

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
 Отделение нефтегазового дела

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Обеспечение эксплуатационной надежности резервуаров вертикальных стальных объемом 5 000 кубических метров»

УДК 622.691.23-025.71-034.14-027.45

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7А	Арестов Андрей Алексеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент (ОНД, ИШПР)	Саруев А.Л.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Клемашева	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Фех А.И.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД, ИШПР	Брусник О.В.	К.П.Н.		

Томск – 2021 г.

Результаты освоения ООП

Код	Результат освоения ООП	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
P1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК (У)-1, УК(У)-2, УК(У)-3, УК(У)-6, УК(У)-7, ОПК(У)-1, ОПК(У)-2)</i>
P2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК(У)-4, УК(У)-5, УК(У)-8, ОПК(У)-5, ОПК(У)-6)</i>
P3	Осуществлять и корректировать технологические процессы при эксплуатации и обслуживании оборудования нефтегазовых объектов	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ПК(У)-1, ПК(У)-2, ПК(У)-3, ПК(У)-6, ПК(У)-7, ПК(У)-8, ПК(У)-10, ПК(У)-11)</i>
P4	Выполнять работы по контролю промышленной безопасности при проведении технологических процессов нефтегазового производства и применять принципы рационального использования природных ресурсов а также защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ПК(У)-4, ПК(У)-5, ПК(У)-9 ПК(У)-12, ПК(У)-13, ПК(У)-14, ПК(У)-15)</i>
P5	Получать, систематизировать необходимые данные и	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ</i>

Код	Результат освоения ООП	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
	проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	(ОПК(У)-4, ПК(У)-23, ПК(У)-24)
Р6	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации в области нефтегазового дела	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК(У)-2, ОПК(У)-3, ОПК(У)-5, ОПК(У)-6, ПК(У)-25, ПК(У)-26)</i>
Р7	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-4, ОПК(У)-5, ПК(У)-9, ПК(У)-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".</i>
Р8	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН.	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-5, ОПК(У)-6, ПК(У)-9, ПК(У)-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".</i>
Р9	Владеть методами и средствами для выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонту, диагностическому обследованию оборудования, установок и систем НППС.	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК(У)-6, ОПК(У)-7, ПК(У)-4, ПК(У)-7, ПК(У)-13), требования профессионального стандарта 19.055 "Специалист по эксплуатации нефтепродуктоперекачивающей станции магистрального трубопровода нефти и нефтепродуктов".</i>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
 Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП ОНД ИШПР

_____ Брусник О.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б7А	Арестову Андрею Алексеевичу

Тема работы:

«Обеспечение эксплуатационной надежности резервуаров вертикальных стальных объемом 5 000м ³ »	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	05.02.2021 г. №36-80/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

03.06.2021

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объектом исследования в работе является резервуар вертикальный стальной объемом 5 000 м ³ . Материал изделия – сталь 09Г2С. Продукт хранения – нефть. Исследуемый объект относится к технологическому сооружению повышенной опасности.
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Провести литературный обзор о специфики резервуара. 2. Дать характеристику надежности резервуара вертикального стального, а также выявить основные эксплуатационные дефекты, влияющие на его надежность. 3. Проанализировать основные мероприятия обеспечению надежности конструкции в период эксплуатации. 4. Рассчитать параметры резервуара, а также провести проверочный расчет его на прочность и устойчивость.
--	--

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	-
--	---

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Клемашева Елена Игоревна Доцент, ОСГН ШБИП, к.э.н.
«Социальная ответственность»	Фех Алина Ильдаровна Старший преподаватель.

<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	01.02.2021 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Саруев Алексей Львович	к.т.н,		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7А	Арестов Андрей Алексеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б7А	Арестову Андрею Алексеевичу

Инженерная Школа	Природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя – 39050 руб. Оклад исполнителя – 13560 руб. Материальные затраты – 1233,75 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Накладные расходы 14%; Районный коэффициент 30% Норма амортизации 33,3 %
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Описание потенциальных потребителей исследования; Анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ
2. Разработка устава научно-технического проекта	Планирование работ; Разработка диаграммы Ганта; Формирование бюджета затрат на научно- исследовательскую работу.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Оценка финансовой и ресурсной эффективности проекта.

Перечень графического материала

1. Матрица SWOT;
2. Диаграмма Ганта.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	07.03.2021
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Клемашева Елена Игоревна	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7А	Арестов Андрей Алексеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Б7А	Арестову Андрею Алексеевичу

Инженерная Школа	Природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Тема ВКР:

«Обеспечение эксплуатационной надежности резервуаров вертикальных стальных объемом 5 000м ³ »	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p><i>Объектом исследования в данной работе является резервуар для хранения нефти и нефтепродуктов.</i></p> <p><i>Область применения: Предназначен для приема, хранения, и транспортировки нефти и нефтепродуктов.</i></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – Федеральный закон о промышленной безопасности опасных производственных объектов 116-ФЗ от 21.07.1997г с изменениями от 7.08.2000 г. – ПБ 08624-03 Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности – Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Основные требования к проведению неразрушающего контроля технических устройств, зданий и сооружений на опасных производственных объектах». – Трудовой кодекс №197-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 16.12.2019)
2. Производственная безопасность: <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p>	Вредные факторы: <ul style="list-style-type: none"> – <i>Превышение уровня шума;</i>

2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> – Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; – Повышенный уровень вибрации; – Недостаточная освещенность рабочего места; – Загазованность рабочего места. <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Работа на высоте; – Пожароопасность; – Механические опасности; – Поражение электрическим током.
3. Экологическая безопасность:	<p>Процесс эксплуатации и обслуживания резервуаров сопровождается:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Загрязнением атмосферы выхлопами от машин; – Загрязнением и повреждением почвенно-растительного покрова производственными отходами; – Загрязнением поверхностных водных источников и подземных вод.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>В процессе эксплуатации и обслуживания резервуара возможны ЧС по причинам возгорания резервуара или его разгерметизации.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.04.2021
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Фех Алина Ильдаровна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б7А	Арестов Андрей Алексеевич		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
 Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020/2021 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.03.2020 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
06.04.2021	<i>Литературный обзор</i>	10
13.04.2021	<i>Надежность резервуара. Основные эксплуатационные дефекты</i>	20
23.04.2021	<i>Факторы по обеспечению эксплуатационной надежности конструкции</i>	25
04.05.2021	<i>Расчет параметров, минимальной толщины стенки, остаточной прочности стенки и оценку ресурса стенки резервуара.</i>	10
13.05.2021	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
18.05.2021	<i>Социальная ответственность</i>	10
23.05.2021	<i>Заключение</i>	5
25.05.2021	<i>Презентация</i>	10
	<i>Итого</i>	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Саруев А.Л.	К.Т.Н		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Брусник О.В.	К.П.Н		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 112 страниц текстового материала, 9 рисунков, 19 таблиц, 36 источников, 0 приложений.

Ключевые слова: резервуар вертикальный стальной, надежность резервуара, дефекты резервуара, остаточный ресурс, диагностика резервуара, ремонт резервуара.

Объект исследования является: резервуар вертикальный стальной объемом 5 000 м³.

Цель работы: определить главные эксплуатационные факторы, обеспечивающие надежность резервуаров вертикальных стальных объемом 5 000 м³.

В процессе исследования были проведены: литературный обзор о специфики резервуара, а также о его характеристике, выявление основных эксплуатационных дефектов, влияющих на надежность резервуара типа РВС. Расчет основных параметров резервуара, а также стенки резервуара на прочность и устойчивость.

В результате исследования: выявлены основные эксплуатационные дефекты резервуара типа РВС, влияющие на его надежность. Приведена классификация дефектов. Так же в работе были рассмотрены основные мероприятия для обеспечения надежности и продления срока эксплуатации резервуара.

					«Обеспечение эксплуатационной надежности резервуаров вертикальных стальных объемом 5 000 кубических метров»								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата									
Разраб.		Арестов А. А.			Реферат				Лит.	Лист	Листов		
Руковод.		Саруев А.Л.									1	103	
Рук-ль ООП		Брусник О.В.							Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А				

Abstract

The final qualification work contains 111 pages of text material, 9 figures, 19 tables, 36 sources, 0 applications.

Keywords: vertical steel tank, reliability of the tank, defects of the tank, residual life, diagnostics of the tank, repair of the tank.

The object of the study is: a vertical steel tank with a volume of 5,000 m³.

The purpose of the work: to determine the main operational factors that ensure the reliability of vertical steel tanks with a volume of 5,000 m³.

In the course of the study, a literature review was conducted on the specifics of the tank, as well as on its characteristics, the identification of the main operational defects that affect the reliability of the tank type VST. Calculation of the main parameters of the tank, as well as the walls of the tank for strength and stability.

As a result of the study: the main operational defects of the reservoir of the VST type, affecting its reliability, were identified. The classification of defects is given. Also in the work, the main measures were considered to increase reliability and extend the life of the tank.

					«Обеспечение эксплуатационной надежности резервуаров вертикальных стальных объемом 5 000 кубических метров»						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.		Арестов А. А.			Abstract	Лит.		Лист		Листов	
Руковод.		Саруев А.Л.									
Рук-ль ООП		Брусник О.В.				Отделение ² нефтегазового ¹⁰³ дела Группа 2Б7А					

Сокращения

РВС - резервуар вертикальный стальной

ПРУ - приемо-раздаточные устройства

КМ - конструкция металлическая

ПРП - приемо-раздаточный патрубок

ДС - дистанционные сигнализаторы

ГУС - газоуравнительная система

Max – максимум

Min – минимум

КДС-клапан дыхательный совмещенный

ГПР- газовое пространство резервуара

КПД- коэффициент полезного действия

ПВС- паровоздушная смесь

					«Обеспечение эксплуатационной надежности резервуаров вертикальных стальных объемом 5 000 кубических метров»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Арестов А. А.			Сокращения	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Саруев А.Л.					3	103
Рук-ль ООП		Брусник О.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А		

Оглавление

Реферат	1
Abstract	2
Сокращения	3
Введение.....	7
1 Литературный обзор по специфике и технологическим особенностям резервуаров	9
2 Общие понятия о хранении и надежности.....	11
2.1 Правила хранения нефти и нефтепродуктов.....	11
2.2 Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов.	12
2.2.1 Улавливание паров, вышедших из РВС	12
2.2.2 Уменьшение объема ГПР	13
2.3 Техника безопасности при эксплуатации РВС-5000.....	20
2.4 Принципы хранения нефти	23
2.5 Надежность РВС	24
2.6 Дефекты и надежность РВС.....	25
3 Эксплуатационные дефекты резервуара	28
3.1 Нарушение геометрической формы металлоконструкции.....	28
3.1.1 Осадка металлоконструкции.....	29
3.1.2 Потеря устойчивости металлоконструкции	30
3.1.3 Хлопуны металлоконструкции	31
3.2 Коррозионные повреждения	38
3.2.1 Коррозия сварных швов	39
3.2.2 Коррозия резервуаров.....	40
4 Анализ дефектов, влияющих на эксплуатационную надежность резервуара.	43
4.1 Диагностика металлоконструкции	43
4.2 Остаточный ресурс металлоконструкции	44

					«Обеспечение эксплуатационной надежности резервуаров вертикальных стальных объемом 5 000 кубических метров»						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.		Арестов А. А.			Оглавление			Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Саруев А.Л.								4	103
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А			

4.3	Напряженно-деформированное состояние металлоконструкции	45
4.4	Срок службы металлоконструкции	45
4.5	Планово–предупредительный ремонт	46
5	Назначение и область применения резервуара РВС-5000	48
5.1	Приемо-раздаточные устройства.....	49
5.2	Устройства специального назначения	50
6	Расчет элементов РВС-5000	53
6.1	Расчет размеров металлоконструкции	53
6.2	Определение толщины поясов.....	54
6.3	Расчет стенки РВС на устойчивость	58
6.4	Расчет на остаточную прочность стенки РВС-5000	62
6.5	Оценка ресурса стенки металлоконструкции	64
7	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	67
7.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	67
7.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования .	67
7.1.2	Анализ конкурентных технических решений	68
7.1.3	SWOT-анализ.....	70
7.2	Планирование научно-исследовательских работ	71
7.2.1	Структура работ в рамках научного исследования	71
7.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ	72
7.3	Бюджет научно – технического исследования.....	75
7.3.1	Расчет материальных затрат	76
7.3.2	Расчет затрат на специальное оборудование	76
7.3.3	Заработная плата исполнителей	77
7.3.4	Формирование бюджета затрат	79
7.4	Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	80

7.4.1	Определение финансовой и ресурсной эффективности ...	80
8	Социальная ответственность.....	85
8.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	85
8.2	Экологическая безопасность.....	95
8.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	96
	Заключение	100
	Список использованной литературы	102

Введение

Актуальность ВКР: Поскольку необходимо содержать нефть после добычи, вплоть до момента покупки данного вида сырья. Даже после передачи топлива предприятию понадобится хранилище, чтобы постепенно переработать сырье и получить различные продукты переработки. Из чего следует, что даже для продуктов нефти нужны хранилища. Существуют множество мест для хранения, а также многие хранилища строятся, стараясь удовлетворить потребности заказчика.

Резервуар вертикальный стальной объемом 5000 м³ часто используется для хранения сырья при добыче, оптового отпуска и переработки.

В зависимости от окружающей среды используются разные марки стали для резервуара вертикального стального: нержавеющая, малоуглеродистая и низколегированная сталь.

Технологическое изготовление РВС осуществляется несколькими методами: комбинаторным, листовым, рулонированным.

Сырье, хранимое в РВС является легковоспламеняющимся горючим веществом, следовательно, считаются опасными производственными объектами. Практически было доказано, что при длительной эксплуатации резервуара увеличивается количество дефектов с последующим появлением аварийных и чрезвычайных ситуаций.

Необходимо обеспечивать надежность резервуара для того чтобы предотвратить потери нефтепродуктов, не загрязнять окружающую среду, не выплачивать материальный ущерб и не нести ответственность за гибель работников предприятия. Поэтому обеспечение надежности резервуаров на сегодняшний день остаётся актуальным. Обеспечение надежности металлоконструкции должно протекать при проектировании, эксплуатации,

	диагностики,				ИСТ «Обеспечение эксплуатационной надежности резервуаров вертикальных стальных объемом 5 000 кубических метров»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Арестов А. А.				Введение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Саруев А.Л.							
Рук-ль ООП	Брусник О.В.					Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А		

Объект исследования - резервуар вертикальный стальной объемом 5000 м³.

Цель работы: разработка технических решений по повышению эксплуатационной надежности резервуаров вертикальных стальных объемом 5 000 м³.

Для реализации указанной цели, необходимо рассмотреть следующие **задачи:**

1. Провести литературный обзор особенностей РВС, анализ нормативно-технической документации.
2. Анализ дефектов, влияющих на эксплуатационную надежность резервуара.
3. Разработка мероприятий по обеспечения надежности при эксплуатации резервуара.
4. Рассчитать параметры резервуара вертикального стального, минимальную толщину стенки, устойчивость, остаточную прочность стенки резервуара и оценку ресурса стенки.

					Введение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1 Литературный обзор по специфике и технологическим особенностям резервуаров

Резервуар вертикальный стальной – это сложная конструкция, целью создания которой, является приём, хранение, учет и выдача поступающего сырья.

Материалы, предназначенные для определенных резервуаров, классифицируют на:

- Железобетонные;
- Металлические;
- Неметаллические;
- Организованные в природных пустотах.

Далее по типу материала определяется его конструкция:

- Каркасные;
- Мягкие.

По форме резервуара:

- Цилиндрические;
- Сферические;
- Каплевидные.

Методы хранения нефти:

- Наземный
- Подземный
- Полуподземный
- Подводный

Все резервуары классифицирую от 1 к 4 классу:

- 1 класс – РВС объемом $\geq 50\,000\text{ м}^3$
- 2 класс – РВС объемом $20\,000 - 50\,000\text{ м}^3$. Если РВС

	расположены				«Обеспечение эксплуатационной надежности резервуаров вертикальных стальных объемом 5 000 кубических метров»					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Разраб.	Арестов А. А.				Литературный обзор по специфике и технологическим особенностям резервуара			Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Саруев А.Л.									
Рук-ль ООП	Брусник О.В.							Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А 103		

по берегам крупных водоемов и рек, либо в черте города 10000 м³ - 50000 м³;

- 3 класс – РВС объемом 1 000 - 20 000 м³;
- 4 класс – РВС объемом менее 1 000 м³.

По назначению резервуары разделяются на:

- резервуары для хранения маловязких нефтей и нефтепродуктов;
- резервуары для хранения высоковязких нефтей и нефтепродуктов;
- резервуары-отстойники;
- резервуары специальных конструкций для хранения нефтей и нефтепродуктов с высоким содержанием насыщенных паров.

					Литературный обзор по специфике и технологическим особенностям резервуара	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 Общие понятия о хранении и надежности

2.1 Правила хранения нефти и нефтепродуктов

Для того чтобы содержать сырье необходимо соблюдать следующие правила:

- 1) Правила пожарной безопасности, не допускается создание условий возникновения огня, электрических разрядов;
- 2) Создание защитных механизмов, в целях избегания взрыва;
- 3) Избегание порчи сырья, путем попадания в него инородных веществ и т.д.

В случае несоблюдения самых простых правил в худшем случае может возникнуть, чрезвычайная ситуация, которая может унести множество жизней, а в лучшем порча нефти, денег и времени. Так же в случае разлива резервуара с большим объемом, произойдет загрязнение окружающей среды, что может погубить много животных и рыбы.

В течении времени развития отрасли «хранения нефти и газа» были придуманы различные резервуары, соответствующих требованиям различного рода. Разные типы резервуаров модернизируются ведущими инженерами области, соблюдая все правила минимизирования рисков разлива, из-за чего к материалам предъявляются серьезные требования, а также к самим сооружениям для хранения.

Существуют наземные и подземные, полуподземные и подводный резервуары, современное производство сконцентрировано на наземных в то время, как в плане защиты предпочтение отдают подземным, так как он находится ниже промерзания грунта, что позволяет сырью не терять свой «товарный вид» из-за плохих атмосферных условий, топливо не перегревается и не перемерзает. Так же перед использованием подземного

	резервуара				«Обеспечение эксплуатационной надежности резервуаров вертикальных стальных объемом 5 000 кубических метров»							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								
Разраб.		Арестов А. А.			Общие понятия о хранении и надежности				Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Саруев А.Л.										
Рук-ль ООП		Брусник О.В.							Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А			

применяется дополнительная изоляция, так как подземные хранилища бывают природные из этого следует, что не нужно строить огромный наземный парк, а это в свою очередь позволят экономить человеческий и денежный ресурсы.

В России 1878 год - это год создание первого металлического резервуара инженером, Шухова В.Г., его резервуар имел цилиндрическую форму. Резервуар состоял из листов металла, которые склепывали между собой, после данного метода соединения металлических листов перешли на сварку, что изменило используемые материалы.

2.2 Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов.

Благодаря требованиям ГОСТ 1510-84 [5], происходит контроль за жестким соблюдением всех требований по борьбе с потерями при всех операциях.

Методами по уменьшению количества испаряющейся нефти в РВС, считаются:

- Улавливание паров, вышедших из РВС;
- Уменьшение объема ГПР;
- Уменьшение амплитуды колебания температур;
- Хранение сырья под избыточным давлением;
- При эффективном использовании РВС.

2.2.1 Улавливание паров, вышедших из РВС

Герметизация газового пространство лучший способ сокращения потерь. Для герметизации следует установить дыхательную арматуру, состоящую из предохранительный и дыхательный клапан.

Дыхательный клапан срабатывает при достижении установленных значений давления или вакуума. Для каждого резервуара ведется расчет, для установления нужных значений на дыхательный клапан. Он используется как

					Общие понятия о хранении и надежности	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

связующее звено между ГПР и атмосферой. Предохранительный клапан начинает свою работу при тах установленных значениях. Оба клапана имеют одно назначение.

Ниже представлена схема, с нанесенной на нее групп резервуаров, ГПР которых соединено и подключено к газосборнику.

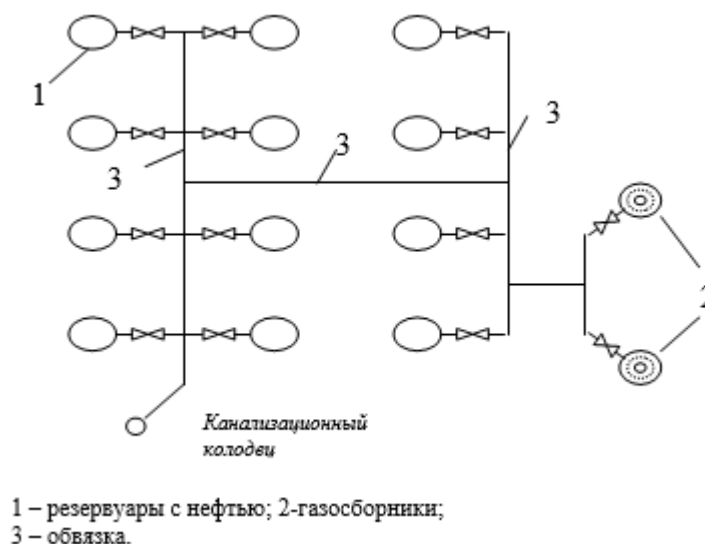


Рисунок 1 – Схема газовой обвязки РВС [13]

2.2.2 Уменьшение объема ГПР

Чтобы уменьшить объем ГПР необходимы эмульсии, микрошарики, плавающие крыши, понтоны. При том что жесткие конструкции должны состоять из материалов слабо подвергающиеся коррозию. Работают они благодаря движению по поверхности нефти, сокращая долю потерь.

Эмульсии можно представить в виде вязкой белой массы, плотность соответственно должна быть меньше из-за закона всемирного тяготения, для полного покрытия поверхности нефти.

Эмульсии имеют короткий срок службы и как такого практического применения не получили.

Микрошарики выглядят как маленькие сферы, наполненные газом. Состоят из карбамидной или фенольно-формальдегидной смолы.

Основным плюсом применения микрошариков является удобство эксплуатации в штатных ситуациях на резервуаре. Из-за своей уникальности микрошарики практически не занимают полезный объем РВС.

Естественным недостатком стало засасывание микрошариков в трубопровод, смерзание микрошариков при изменении температуры, повреждение защитного слоя.

Точно так же, как и эмульсии, микрошарики не распространены на производстве.

Согласно руководящим документам плавающую крышу можно построить, если РВС объемом до 120000 м³.

Конструкции плавающих крыш имеет следующие типы:

- а) Дисковые;
- б) Однослойные с кольцевым коробом;
- в) Однослойные с кольцевым и центральным коробами;
- г) Двухслойные;

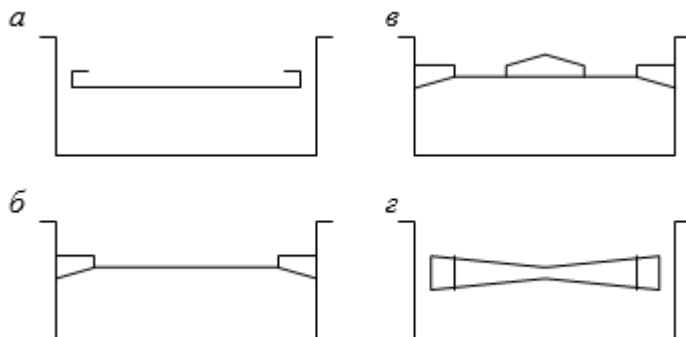


Рисунок 2 – Схема основных типов плавающих крыш [14]

Дисковая крыша представляет собой металлический диск со сплошным вертикальным бортом. Минусом дисковой крыши является, ее ненадежность. Появление протечки в любой части приведет к заполнению внутренней чаши, приводя к ее наполнению нефти, увеличивая тем самым ее массу, погружая ее все глубже в резервуар. Для предотвращения потопления, внутреннюю чашу заполняют легким пористым материалом.

Вторым типом плавающих крыш считаются крыши, состоящие из кольцевого понтона или из кольцевого и центрального понтона.

Двухслойная плавающая крыша, как следует из названия имеет два металлических диска с вертикальными металлическими перегородками.

Особенностью двухслойной плавающей крыши является ее непотопляемость при заполнении нефтью 85% отсеков и может выдержать вертикальную нагрузку до 1962 Па.

Для избавления от дождевой воды плавающие крыши обязаны иметь уклон к центральной части.

Кольцевой зазор между корпусом РВС и бортом крышки применяется для нормальной эксплуатации резервуара, процессы закачки и откачки нефти, соответственно и опускание, и поднятие плавающей крыши. Если кольцевого зазора не будет, то нефть может попасть в отсеки или крыша может застрять при осадке фундамента.

Во избежание кручения плавающей крыши, нефть должна поступать из труб, установленных под 90°. Такие трубы эксплуатируются для установления устройства измерения отбора проб и отбора нефти.

На плавающей крыше устанавливают:

- Устройства заземления;
- Люки-лазы;
- Водоприемник дренажной системы;
- Замерный люк;
- Патрубки для крепления опорных стоек;
- Дыхательные клапаны;
- Направлявшие катучей лестницы.

Еще одним действенным способом сокращения потерь является, применение понтона, изготовленного из стали и других материалов. На данный момент популярно использовать понтон из алюминиевого сплава.

Размывающие головки, установленные на плавающих крышах, препятствуют скоплению осадка на дне РВС.

Отличаем плавающей крыши от понтона является, установленная на понтоне стационарная кровля. Стационарная кровля предназначена для

					Общие понятия о хранении и надежности	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

защиты от атмосферных осадков РВС. Благодаря стационарным крышам не считается рациональным устанавливать дренажные системы и катучие лестницы.

В новейших металлических понтонах, используется настил, привозимый рулонами к месту работ, создаются металлические понтоны без верхней крышки.

О степени эффективности понтона можно сказать по степени герметизации зазора между стенкой РВС и понтоном. Упор делают на конструкцию уплотняющего затвора, влияющего на потери нефти.

Лучшим выбором для сокращения объема газовоздушной смеси является диск-отражатель, поскольку именно он получил широкое применение. Естественно диск-отражатель лишь временное средство. Из-за простоты конструкции они могут монтироваться эксплуатирующийся и строящиеся резервуары. Безоговорочными плюсами стали: сокращение потерь нефти, простота конструкции, можно установить без применения огневых работ, а также без какой-либо серьезной подготовки.

Толщина обычных дисков-отражателей от 1 до 2 мм. Есть три составных части диска-отражателя. Первый элемент, это стойка, она предназначена для подвески диска-отражателя в РВС. Вторым элементом является, косынка, которая фиксирует диск-отражатель. Последний третий элемент, это фланец с бобышкой, в него закрепляют стойку. Расположен третий элемент между двумя фланцами: монтажного патрубка и огневого предохранителя.

Основным условием для эффективной эксплуатации является, время простоя, между окончанием опорожнения и началом наполнения резервуара нефтью. Обычно это время не должно быть более 3-4 суток.

Для уменьшения амплитуды колебания температур необходима теплоизоляция РВС зимой и охлаждение летом, водой или нанесением краски на стенки резервуара.

					Общие понятия о хранении и надежности	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Общеизвестный факт, что потери нефти зависят от амплитуды колебания температур паровоздушной смеси. Следовательно, если резервуар на резервуар будет меньшее влияние от окружающей среды, то колебания амплитуды уменьшатся. На резервуар наносят лучеотражающую краску. Среди лучеотражающих красок особое место получила алюминиевая краска.

Согласно исследованиям и экспериментам ученых в этой области, для минимизации потерь от «малых дыханий» необходимо использовать внутреннюю окраску ПВС. Специалисты области теоретически доказывают это так, ссылаются на закон теплового излучения тел, который гласит, что количество излученной энергии зависит от черноты тела. Естественно часто эксплуатируемый резервуар, а точнее его поверхности, соприкасающиеся с нефтью вследствие химических реакций, окислятся, следовательно, приобретут черный оттенок. Можно сделать вывод, что если поверхности приобретут светлые тона, то количество излучаемой энергии уменьшится, что в свою очередь уменьшит амплитуду колебаний температур ПВС.

Экспериментальные данные показали, что окрашенная в светлые тона поверхность резервуаров излучают меньше энергии. Эксперимент пришел к тому, что уменьшилась амплитуда колебания температуры ПВС, следовательно, уменьшая потери от испарения нефти. Было посчитано отношение средней температуры в двух состояниях равное 0,9.

Так же покраска внутренней части резервуара продлевает срок эксплуатации резервуаров, замедляя коррозию.

Тепловая изоляция предназначена для защиты от солнечной радиации. Покрывая весь резервуар осуществляется максимальная защита от солнечных лучей.

Отражательно-тепловая изоляция вооружена двойным щитом-экраном с воздушной прослойкой между ними. Состоят щиты-экраны из асбоцементных листов. Асбоцементные листы покрывают алюминиевой краской и образуют воздушное пространство на кровле и корпусе резервуара.

					Общие понятия о хранении и надежности	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Тепловой поток путешествуя по изоляции сталкивается с слоями, имеющими разную термическую сопротивляемость, тем самым уменьшая амплитуду колебаний температур ПВС.

Немало важным фактом в уменьшении амплитудных колебаний является, степень покрытия отражательно-тепловой изоляции и количество нефти, содержащиеся в самом резервуаре. Ученые экспериментально доказали, что частичная отражательно-тепловая изоляция увеличивает количество испаряемой нефти.

Чем больше применено отражательно-тепловой изоляции и больше объем резервуара заполнен нефтью, тем больше уменьшаются потери нефти при «малых дыханиях».

Однако при «больших дыханиях» отражательно-тепловая изоляция бесполезна, что показали эксперименты.

При покрытии резервуара водой солнечная энергия собирается в этой воде уменьшая нагрев резервуара.

Покрытие резервуара водой называется орошением резервуара.

Орошение как показали эксперименты эффективно при «малых дыханиях», а при «больших дыханиях» сокращение потерь незначительны.

Количество испарившейся нефти зависит от погоды и при орошении колеблется в широких пределах.

Наиболее эффективно применять орошение в солнечные дни и дни с переменной облачностью, выключать за 2 часа до захода солнца и включать не позднее чем через 1,5 час после восхода. Это связано с изменением температуры в утренние часы до полудня, приводя к расширению ПВС.

В следствии того что погодные условия влияют на паровоздушную смесь следует автоматизировать оросительные установки. Но не следует забывать, что орошение, это воздействие воды на стенки резервуара, поэтому необходимо проводить меры по защите резервуара от коррозии.

Хранение нефти под избыточным давлением осуществляется в РВС повышенного давления. Такой метод хранения позволяет сокращать

					Общие понятия о хранении и надежности	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

количество потерь нефти от «большого дыхания», так как резервуар работает под заданным избыточном делении, выбранным из-за конкретных климатических условий.

Максимальная эффективность РВС повышенного давления проявляется при длительном неподвижном хранении или при небольшом обороте нефти.

Рассмотрим стальной вертикальный резервуар, имеющий внутреннее давление 7000 мм. вод. ст. и вакуум 100 мм. вод. ст., для объема 5000 м³.

Оболочка в нижней части резервуара плавно переходит в днище. Она состоит из двух торцовых частей и цилиндрической вставки. Изменяя стандартную цилиндрическую вставку, можно образовать резервуары различной вместимости.

Днепропетровский инженерно-строительный институт разработал резервуары ДИСИ вместимостью 400, 700, 1000 и 2000 м³, рассчитанный на избыточное давление от 1300 до 2500 мм вод. ст.

Резервуар ДИСИ состоит из цилиндрического кожуха, плоского днища обычной конструкции и сфероцилиндрической кровли. Кожух и днище монтируются из рулонных заготовок. Кровля состоит из большого числа цилиндрических лепестков, что позволяет без изготовления листов двоякой кривизны придать ей форму поверхности вращения. Лепесток изготавливают следующим образом. Двум металлическим листам на вальце придают различные радиусы кривизны (большой и малой), образуя из них цилиндрические элементы. Затем эти элементы сваривают в месте перехода от малого радиуса к большому, в результате образуется лепесток сфероцилиндрической кровли.

Для компенсации давления в газовом пространстве при малом количестве жидкости на листы днища и предотвращения деформации корпуса низ его закрепляют анкерными болтами в фундаменте-противовесе.

Расчётное давление в резервуарах ДИСИ в 6-9 раз, а у каплевидных в 35 раз выше давления в типовом резервуаре. И при длительном хранении или

					Общие понятия о хранении и надежности	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

небольшой оборачиваемости, особенно в южных районах, эти резервуары экономичнее типовых.

Наиболее рациональное применение резервуаров повышенного давления вместимостью до 5000 м³.

2.3 Техника безопасности при эксплуатации РВС-5000.

Существование стандартов для хранения сырья существенно сокращает процент несчастных случаев на производстве. Сам резервуар выбирают, основываясь на условиях эксплуатации, пытаясь сделать минимальные потери от испарения, так же основываются на технико-экономические расчеты, учитывая характеристики сырья.

Каждый сорт нефти должен храниться отдельно друг от друга. Согласно стандартам, у каждого РВС должно быть исправное техническое состояние, при проверках обращают внимание на:

- Толщину днища резервуара;
- Отклонения образующих стенки резервуара от вертикали;
- Герметичность;
- Толщину стенки;
- Отклонение наружного контура днища от горизонтали;
- Установленного на резервуарах оборудования;
- Устройства по защите от статического электричества;
- Устройства молниезащиты;

Для сокращения потерь бензинов от испарений требуются защитные покрытия или оборудование газовой обвязки. В роли покрытий подойдут понтоны, плавающие крыши и тд.

Плавающие крыши нельзя использовать на РВС при хранении авиационного бензина.

На всех важных объектах нефтепромысла (нефтебазы, наливных и перекачивающих станциях и тд.) имеются технологические схемы. В них учитываются и обозначаются трубопроводы, продувочные краны,

					Общие понятия о хранении и надежности	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

контрольно-измерительные приборы, компенсаторы, запорно-регулирующее оборудование, приемо-раздаточное устройство, насосы и заглушки.

В случае изменения технологических схем необходимо уведомить персонал объекта. Изменения должны пройти согласование. Изменения могут быть в трубопроводе, резервуарных парках, расположении арматуры, насосных установках и коммуникациях.

На всей территории РВС все должно работать исправно, и такие устройства как люки с прокладками и запорные устройства должны соответствовать требованиям стандартов и обеспечивать герметичность.

Эксплуатация и обслуживание всех объектов осуществляется, опираясь на техническую документацию и инструкции по эксплуатации.

Приборы для измерения массы, уровня и отбора проб обязаны не нарушать герметичности газового пространства.

Суммарная пропускная способность установленных вентиляционных патрубков, дыхательных и предохранительных клапанов должна быть больше производительности опорожнения, наполнения резервуара вертикального стального.

Скорость подъема и опускания плавающей крыши или понтона при наполнении и опорожнении резервуара вертикального стального не должна быть более:

1. 700 м^3 и менее -3,5м/ч;
2. $>700 \text{ м}^3$ –от 3 до 6 м/ч;

А также вращение их по горизонтали для РВС объемом 700 и менее, не превышает 2,5 м/ч. Скорость подъема должна указываться в технической документации.

Так как все начальники стараются сократить потери от испарений, то они должны пойти на необходимые меры:

- Применять теплоизоляцию поверхности резервуара вертикального стального (для легко застывающего сырья);

					Общие понятия о хранении и надежности	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

- Максимально заполнять резервуар вертикальный стальной при хранении легко испаряющегося сырья;
- Максимально загерметизировать крышу;
- Перекачивать легко испаряющееся сырье из резервуара вертикального стального, а из самого резервуара вертикального стального выкачивать только ночью;
- Красить наружные стенки резервуара вертикального стального лучше отражающими светлыми эмалями и красками;
- Поддерживать давление в резервуаре, указанное в технической документации;

Наличие подтоварной соды не должно быть больше минимального уровня при хранении сырья в резервуаре вертикальном стальном. Минимальный уровень порядка 25 мм от днища резервуара вертикального стального и обеспечивается конструкцией для дренажа воды.

Соответственно сырье, что застывает обязано храниться в резервуарах вертикальный стальных с установленными механизмами теплоизоляции и подогрева.

Сифонный кран промывают и поворачивают в боковое положение при отрицательных температурах окружающей среды, а также сливают подтоварную воду из резервуара.

При установке ГУС на резервуарный парк нельзя объединять стальные вертикальные резервуары хранящие разные типы сырья. Пример авиационный и автомобильный, этилированный и неэтилированный бензин.

Эффективность газоуравнивающей системы зависит от:

- Полной герметичности системы;
- Обеспечить синхронность процесса опорожнения и наполнения резервуара вертикального стального по производительности и времени;

					Общие понятия о хранении и надежности	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

2.4 Принципы хранения нефти

Ученые считают, что срок хранения нефти в нефтехранилищах превышает 3 года, по истечению этого срока свойства нефти меняются. Причина в том, что нельзя создать полностью герметичный резервуар, изолируя его от внешней среды.

Процессы, проходящие с нефтепродуктами во время хранения:

- Удаление солей;
- Подогрев нефтепродуктов;
- Сушка нефти (обезвоживание);
- Смешивание.

Обычно хранилища располагаются вблизи магистральных трубопроводов или вблизи населенных пунктов.

Перед тем как принять сырье, хранилище проверяют на чистоту и исправность всего оборудования. Так же топливо регулярно проходит проверки, чтобы предупредить о его порчи, образцы хранятся еще сутки после проверки, во избежание споров о качестве.

Важным аспектом является хранение одного и того же сырья в резервуаре. Все чаще резервуары очищают водорастворимыми техническими средствами, во избежание опасности возгорания (например, кальцинированная сода). Предприятия стремятся к чистоте всех поверхностей, из-за чего повысилось теплотребление и выбросы в атмосферу. Так же недавно была изобретена технология очистки, в процессе которой отделяют получившиеся углеводороды и моющие средства, путем изначального эмульгирования и последующей деэмульгации (создание эссенции).

					Общие понятия о хранении и надежности	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

2.5 Надежность РВС

Как уже было сказано выше одной из важнейших проблем на текущее время в нефтегазовой сфере является проблемой повышения надежности РВС для хранения сырья и продуктов ее переработки.

Надежность резервуара – это свойство конструкции осуществлять непрерывную работу резервуара, выполняя бесперебойно приём, хранение, учет и выдачу поступающего сырья.

Актуальной задачей проектирования, строительства и эксплуатации резервуара является обеспечение её надежности. В период работы резервуара вертикального стального разделяют понятия эксплуатационной и проектной надежности резервуара.

Эксплуатационная надежность резервуара характеризуется такими критериями как:

Работоспособность резервуара – это состояние работы резервуара без отклонений каких-либо рабочих параметров, при котором резервуар выполняет назначения по заданному проектом технологическому режиму. Техническая документация предусматривает допустимые отклонения параметров в области внешнего воздействия, методов сооружения и эксплуатации резервуара вертикального стального. Отказ – это инцидент, который привел к нарушению работы резервуара. Для поддержания работоспособности резервуара необходимо выполнять в установленные сроки текущие и капитальные ремонты, а также осуществлять профилактику и раннюю диагностику дефектов.

Ремонтопригодность элементов РВС – это приспособленность элементов резервуара к предупреждению или же обнаружению неисправности, а также их ремонта и этап обслуживания до появления

отказа. Издержки труда, времени и средств на работы по ремонту определяют - ремонтпригодность.

Безотказная работа РВС — свойство металлоконструкции, а также её основных элементов сохранять работоспособность без принудительных перерывов в работе. Вероятность безотказной работы служит количественным показателем надежности (критерий прочности, устойчивости и выносливости).

Долговечность РВС – это, свойство конструкции сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонтов. Основным показателем долговечности конструкции является ресурс или же срок службы.

Диагностика технологического состояния резервуаров и устранение дефектов, позволяет повысить надёжность и долговечность металлоконструкции. Заключение по диагностике можно получить на основе полной проверки резервуара, состоящей из контроля толщины стенок отдельных элементов, проверки качества металла и дефектоскопии сварных соединений [21].

2.6 Дефекты и надежность РВС

Дефект резервуара – это следствие длительной эксплуатации, во время которой произошла осадка и коррозионный износ, которая привела к несоответствию требованиям нормативной документации, а именно сварных швов, приварных элементов, геометрической формы металлоконструкций и металл конструкции.

Дефекты могут возникнуть из-за технологических и эксплуатационных факторов. Эксплуатационные возникают в результате эксплуатации резервуара.

Группы технологических дефектов, которые встречаются в элементах металлоконструкции:

- 1) Проектные – возникшие из-за неточности проекта;

					Общие понятия о хранении и надежности	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

2) Заводские – возникшие при изготовлении заготовок или дефекта сварки и сборки.

- Нарушение геометрии сварного шва;
- Смещение стыкуемых кромок;
- Свищи;
- Непровары;
- Газовые поры;
- Подрезы;
- Кратеры;
- Грубая чешуйчатость;
- Микротрещины;
- Шлаковые включения.

3) Транспортные – возникшие при перевозке заготовок до места строительства металлоконструкции.

- Смятие части рулона;
- Регулярная погибь в продольном направлении;
- Гофры на поверхности рулона;
- Локальные вмятины на рулоне или на его крае;

4) Металлические – возникшие при изготовлении проката.

- Микротрещины;
- Закаты;
- Задиры;
- Неравномерности легирования;
- Нарушение геометрии проката;
- Расслоения.

5) Монтажные – возникшие при монтаже металлоконструкции.

- Местные пластические деформации стенки;
- Угловатость монтажных швов;
- Жесткое закрепление шахтных лестниц или ГУС с РВС;

					Общие понятия о хранении и надежности	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

- Подтягивание части окрайки к стенке РВС перед сваркой;
- Смещение стыкуемых полотнищ в вертикальной плоскости;
- Неубранные остатки монтажных приспособлений;
- Вырывы металла из полотнища при разворачивании;
- Сквозные пробои металлоконструкций монтажной техникой;
- Некачественная подготовка основания;
- Отсутствие фундамента под задвижками или системой ГУС.

					Общие понятия о хранении и надежности	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 Эксплуатационные дефекты резервуара

Эксплуатационные дефекты — это дефект, возникший во время работы металлоконструкции. Эксплуатационные дефекты рассмотрим более детально, так как они преобладают среди прочих факторов, нарушающих состояние металлоконструкции [22]. Их разделяют на две группы:

- Коррозионные повреждения;
- Нарушение геометрических форм резервуара.

Факторы, нарушающие состояние металлоконструкции:

- Температурные воздействия;
- Коррозия;
- Осадка основания;
- Вибрация.

3.1 Нарушение геометрической формы металлоконструкции

Изменение геометрической формы металлоконструкции в процессе использования часто происходит по причине:

- Вибраций;
- Неравномерной просадки днища;
- Некачественной подготовкой основания;
- Переполнений;
- Действия вакуума.

Согласно правилам «Технической эксплуатации резервуаров» предельное отклонение от горизонтали наружного контура днища работающего резервуара вертикального стального может быть увеличено если эксплуатационный срок составляет 5 лет и более – в 1,3 раза, если эксплуатационный срок составляет 20 лет и более – в 2 раза.

					«Обеспечение эксплуатационной надежности резервуаров вертикальных стальных объемом 5 000 кубических метров»						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.		Арестов А. А.			Эксплуатационные дефекты резервуара	Лит.		Лист		Листов	
Руковод.		Саруев А.Л.						28		103	
Рук-ль ООП		Брусник О.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А					

3.1.1 Осадка металлоконструкции

Очень важным аспектом является контроль осадки металлоконструкции. В процессе использования резервуара необходимо контролировать осадку металлоконструкции для предотвращения ее повреждения. Измерения проводят нивелированием окрасок по наружному диаметру металлоконструкции.

За каждым стальным вертикальным резервуаром установлен систематический контроль, для отслеживания осадки основания. Недавно сооруженные металлоконструкции в течении первых четырех лет использования нуждаются в нивелировании каждый год в абсолютных отметках окрайки днища. Контрольное нивелирование проводится минимум раз в 5 лет после стабилизации основания.

Необходимо нивелировать не только окрайку днища, но и фундамент запорной арматуры и фундамент лестницы.

Как показала практика в течении первых четырех лет происходит стабилизация осадки основания металлоконструкции. Отклонения в первые четыре года от горизонтальности наружного контура днища по нормативной документации не превышает ± 40 мм, а для диаметрально противоположных точек ± 80 мм, для незаполненной металлоконструкции объемом от 2 000 до 20 000 м³. Если металлоконструкция заполнена, то отклонения в первые четыре года от горизонтальности наружного контура днища по нормативной документации не превышает ± 50 мм, а для диаметрально противоположных точек ± 100 мм.

При использовании металлоконструкции более 4 лет, допустимы следующие отклонения:

- До 80 мм - для соседних точек нивелирования, находящихся на 6 м друг от друга;

					Эксплуатационные дефекты резервуара	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- До 150 мм - для диаметрально противоположных точек окрайки днища;
- До 2 м² – для площади хлопуна;
- До 150 мм – для высоты хлопуна [21].

Хлопун – вмятина, деформация поверхности металлоконструкции.

3.1.2 Потеря устойчивости металлоконструкции

Под устойчивостью понимают сохранения изначальной формы при действии внешних и внутренних сил. Эти силы воздействуют на стенки металлоконструкции и их первопричиной является вес снега, вес крыши, ветер, аварийный вакуум и т.д. Если сжимающие напряжения превосходят максимально допустимые значения есть вероятность скачкообразного изменения формы металлоконструкции, при изменении формы обычно происходит хлопок. При изменении формы происходит переход из симметричной к несимметричной форме металлоконструкции, то есть на стенках металлоконструкции появляются волнообразных выпучен и вмятин, заметных невооруженным глазом, они могут быть расположены по всей площади металлоконструкции. Обычно число волн для вертикальных стальных резервуаров составляет от 12 до 40, число волн зависит от параметров резервуара, а именно от толщины стенки, диаметра и высоты стенки.

Потерю устойчивости можно разделить на:

- Общую;
- Местную.

В мерах предосторожности для опорожненных металлоконструкций проверяют устойчивость ее стенки на совместное воздействие сжатия от внешнего равномерного давления к боковой поверхности стенки металлоконструкции и осевого сжатия параллельной образующей.

					Эксплуатационные дефекты резервуара	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.1.3 Хлопуны металлоконструкции

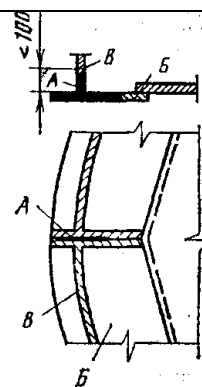
Самыми опасными дефектами для металлоконструкций являются, трещиновидные дефекты. Трещиновидные дефекты могут привести к полному разрушению вертикального стального резервуара. В большинстве своем трещиновидные дефекты можно обнаружить в сварных швах. К трещиновидным дефектам относят:

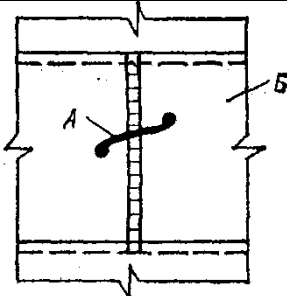
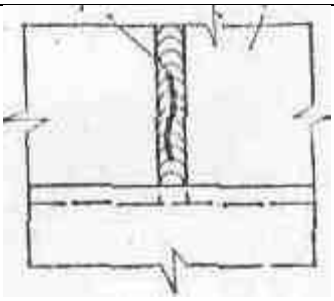
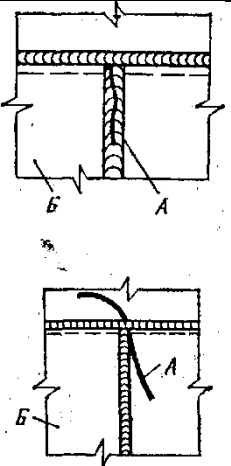
- Трещины;
- Подрезы;
- Непровары;
- Шлаковые включения;
- Цепочки пор и т.д.

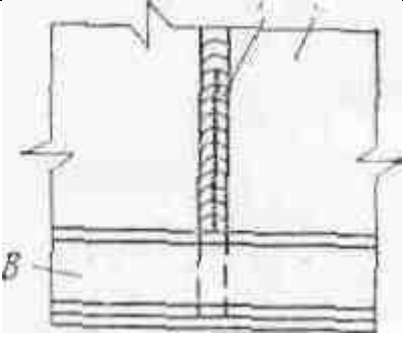
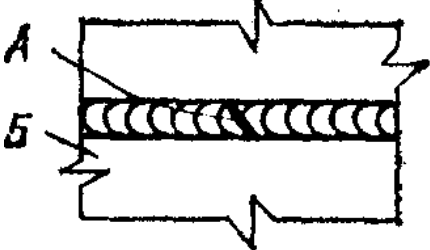
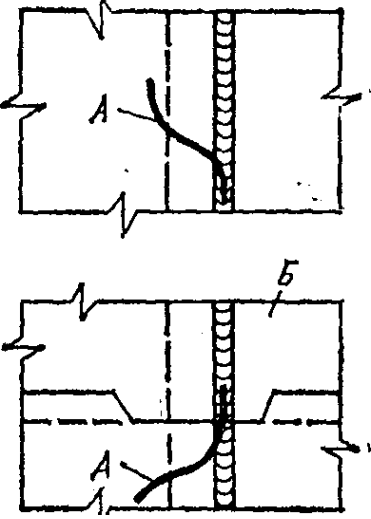
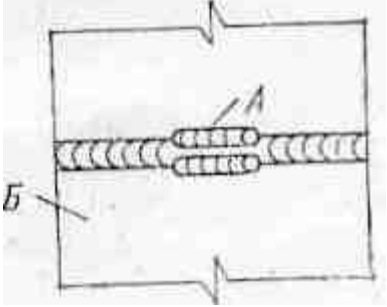
Главными дефектами вертикальных металлоконструкций являются:

- Дефект днища металлоконструкции;
- Дефект стенки металлоконструкции;
- Дефект сварного шва металлоконструкции.

Дефект стенки металлоконструкции

Таблица № 1 – Виды дефектов в стенке металлоконструкций.	
1	2
<p>В стенке первого пояса, находится трещина по стыковому соединению окрайки днища, распространившаяся внутрь с выходом к основному металлу.</p> <p>Длина не менее 100 мм.</p>	

<p>Трещина <i>A</i> по сварному шву либо основному металлу уторного уголка <i>B</i>, распространившегося на основной металл листа первого пояса резервуара <i>B</i>.</p> <p>Длиной не более 100 мм.</p>	
<p>Поперечная трещина <i>A</i> по стыковому сварному шву вертикального стыка стенки резервуара (<i>B</i>), распространившаяся на основной металл.</p>	
<p>Продольные трещины <i>A</i> или одна трещина в пересечении сварных соединений стенки <i>B</i> резервуара.</p>	
<p>Продольная трещина <i>A</i> в сварном шве вертикального стыка стенки <i>B</i> резервуара, начинающаяся вблизи горизонтального шва и распространившаяся на длину не более 150 мм.</p>	
<p>Трещина <i>A</i> по основному металлу листа стенки <i>B</i> резервуара около горизонтального и вертикального швов или же около горизонтального шва.</p>	

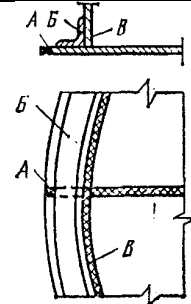
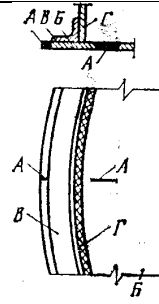
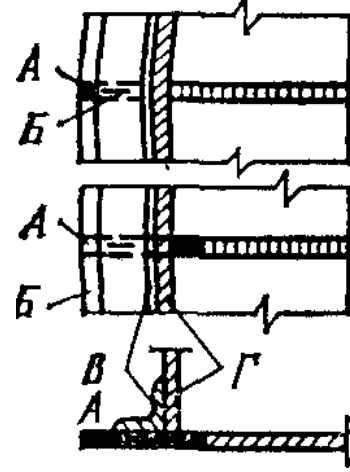
<p>Продольная трещина <i>А</i> по сварному шву вертикального стыка листов пояса стенки <i>Б</i> резервуара, начинающаяся от горизонтального шва уторного уголка <i>В</i> и распространившаяся на длину не более 150мм.</p>	
<p>Поперечная трещин <i>А</i> в сварных швах стенки резервуара — сквозная или несквозная.</p>	
<p>Трещина <i>А</i> по сварному шву с выходом на основной металл <i>Б</i> длиной не более 250 мм в замыкающем вертикальном шве стенки резервуара, выполненном внахлест:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) в середине пояса; 2) вблизи горизонтального шва. 	
<p>Многократная наварка <i>А</i> на участок сварного соединения и лист стенки <i>Б</i> резервуара в дефектном месте.</p>	

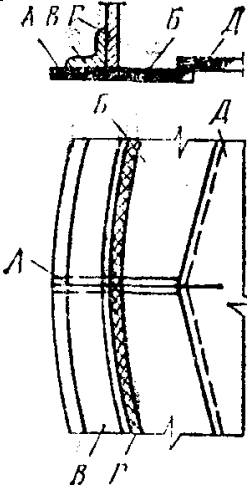
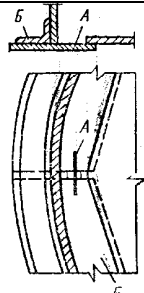
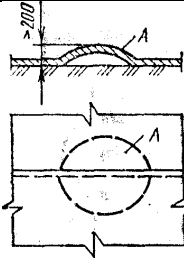
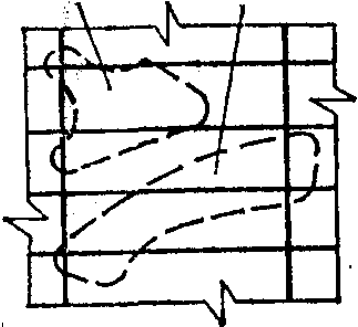
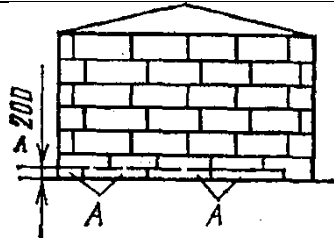
Дефекты днища металлоконструкции

Днища металлоконструкций подвержены коррозионному и механическому разрушениям. Основными причинами трещин является

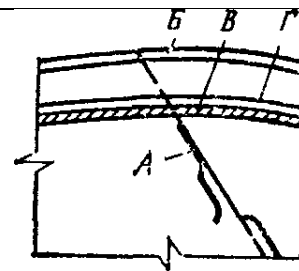
концентрация напряжений в сварных швах, окрайках и сегменте металла [21].

Таблица № 2 – Виды дефектов днища металлоконструкции.

1	2
<p>Продольная трещина <i>А</i> в сварном стыковом соединении окрайки днища, не доходящая до уторного уголка <i>Б</i>; в резервуарах без уторного уголка - до корпуса <i>В</i>.</p>	
<p>Радиальная трещина <i>А</i>, длина которой не более 100 мм, в окрайке днища <i>Б</i>, не доходящая до уторного уголка <i>В</i> или стенки <i>Г</i> снаружи или внутри резервуара.</p>	
<p>Продольная трещина <i>А</i> в сварном стыковом соединении сегментной окрайки днища <i>Б</i>, не имеющей остающейся технологической подкладки. Трещина дошла до упорного уголка <i>В</i> и прошла под стенку <i>Г</i> резервуара, но не вышла на основной металл днища.</p>	

<p>Продольная трещина <i>А</i> в сварном стыковом соединении сегментной окрайки днища <i>Б</i>, не имеющем технологической подкладки. Трещина прошла под уторный уголок <i>В</i> и стенкой резервуара <i>Г</i> вовнутрь и распространилась на основной металл днища <i>Д</i>.</p>	
<p>Поперечная трещина <i>А</i> в сварном стыковом соединении окрайек днища <i>Б</i>, расползлась на основной металл окрайек.</p>	
<p>Выпучина или хлопун <i>А</i> высотой более 200 мм на площади более 3 м² с плавным переходом на днище резервуара.</p>	
<p>Выпучина или хлопун <i>А</i> высотой более 200 мм, площадью более 3 м² сложной конфигурации или вытянутой формы в одном направлении с плавным переходом на днище резервуара.</p>	
<p>Днище прокорродировало полностью.</p>	

Трещина *А* в сварном шве окрайки *Б* днища с выходом на основной металл. Стенка *В* клепаная с уторным уголком *Г*.



Дефекты сварных швов металлоконструкции

Сварочные дефекты образуются в результате неправильной сварки металлов, когда при работе используется напыления, при ошибочной сборке соединяемых элементов, не соблюдении требования к сварочным материалам, термической и механической обработке.

Дефектом, в результате которого локально разрушается сварной шов, под действием напряжений сжатия является, трещина в сварном шве.

Со временем прочность сварных соединений, в районе швов, снижается, а также появляются другие многочисленные дефекты.

Виды трещин в сварных швах:

- 1) Трещина – это локальное разрушение сварного шва из-за воздействия напряжений сжатия и растяжения.
- 2) Микротрещина – трещина имеющая микроскопические размеры, сварной шов необходимо обследовать физическими методами.
- 3) Продольная трещина – трещина, проходящая параллельно шву, может находится в любой части сварного шва.
- 4) Поперечная трещина – трещина, проходящая поперек шву, может находится в любой части сварного шва.
- 5) Радиальная трещина – трещина, проходящая радиально из одной точки, может находится в любой части сварного шва.

- 6) Раздельные трещины – совокупность трещин, находящихся в любой части сварного шва.
- 7) Разветвленные трещины – совокупность трещин, происходящих из одной трещины, может находиться в любой части сварного шва.

Причинами возникновения трещин в сварном шве являются:

- Быстрая скорость охлаждения сварного шва;
- Сварочные напряжения, вызванные процессом кристаллизации расплавленного металла;
- Содержание углерода в свариваемой стали;
- Неправильная форма сварного шва из-за жесткости свариваемой конструкции и нарушения режима сварки.

Главными способами предотвращения появлений дефектов в сварном шве:

Перед сваркой:

- Выбрать необходимые сварочные материалы и режим сварки металла;
- Для изготовления вертикального стального резервуара нужно выбрать металл, необходимо обратить внимание на химический состав;
- Для изготовления вертикального стального резервуара нужно выбрать специальные устройства и приспособления.

Во время сварки:

- Перед тем как начать сварной шов необходимо подогреть и термически обработать металл;
- Необходимо выбрать правильную технику сварки;
- Сформировать мелкие зерна металла во время кристаллизации.

					Эксплуатационные дефекты резервуара	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

3.2 Коррозионные повреждения

Коррозия – это окислительно-восстановительный процесс или самопроизвольный процесс разрушения металла.

Долю в 30% основных дефектов вертикальных стальных резервуаров занимает коррозия. Из-за коррозионных повреждений выходят из строя техническое оснащение металлоконструкции.

Практически установлено, что чем дольше эксплуатируется металлоконструкция, тем неодинакова степень коррозии элементов резервуара. Места в наибольшей степени подверженные коррозии:

- Внутренние поверхности днищ металлоконструкций;
- Нижние пояса металлоконструкций;
- Уторные уголки металлоконструкций.

Причинами сильного воздействия коррозии является контакт элементов резервуара с подтоварными водами, качество хранимого сырья и коррозионная активность. Коррозия может проявляться в виде язв, пятен и очагов. Как установили ученые коррозия элементов — это неравномерный процесс.

Коррозия приводит к уменьшению срока эксплуатации металлоконструкции и его техническое оснащение, следовательно, влияет на безопасность работы с вертикальным стальным резервуаром.

Основным фактором внешней среды является коррозионное влияние, которое приводит к уменьшению прочности металлов и сварных соединений.

Средами, способствующими распространению и появлению коррозии на вертикальном стальном резервуаре, является:

Повышенная влажность воздуха;

- Разные химические среды в производстве;

					Эксплуатационные дефекты резервуара	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

- Вода;
- Водные растворы щелочей;
- Водные растворы солей.

3.2.1 Коррозия сварных швов

Дефекты сварных швов составляют 22% от основных дефектов. От качества сварных швов зависит прочность и долговечность металлоконструкции. Методом обнаружения дефектов сварных швов металлоконструкции называется дефектоскопия. С помощью дефектоскопии можно обнаружить такие дефекты:

- Смещение кромки;
- Отпотины;
- Неправильное соединение листов стенки металлоконструкции;
- Подрезы;
- Несплавления;
- Неправильные размеры шва;
- Непровары.

При строительстве резервуара необходимо обратить особое внимание на непровары уторного соединения стенки металлоконструкции с днищем, так как они оказывают наибольшее влияние на несущую способность резервуара.

Если резервуар долго работает в нагруженном состоянии, то происходит повышения влияния дефектов на надежность сварных швов. Рост количества дефектов в сварных швах напрямую зависит от концентрации напряжений резервуара и коррозии [22].

Равномерная коррозия основного металла протекает при большей стойкости металла шва, чем основного металла. Если же устойчивость металла сварного шва меньше устойчивости основного металла, то коррозия

					Эксплуатационные дефекты резервуара	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

будет сосредоточена в сварном шве. Основной металл от коррозии будет страдать в местах термического влияния. Самым опасным видом разрушения вертикальных стальных резервуаров является скопления общей коррозии в шве или его зоне.

3.2.2 Коррозия резервуаров

Коррозионное воздействие на металл резервуара приводит к сквозным отверстиям и уменьшению толщины листов металла. При уменьшении толщины листов металла происходит уменьшение прочности металлоконструкции.

При длительной эксплуатации металлоконструкций более 15 лет происходит изнашивание основных элементов резервуара. Практически было установлено, что местами наиболее подверженных коррозией являются нижние пояса, днища и уторные уголки резервуаров, степень повреждений обуславливается контактом подтоварной воды с частями резервуара, качеством хранимого сырья и коррозионной активностью.

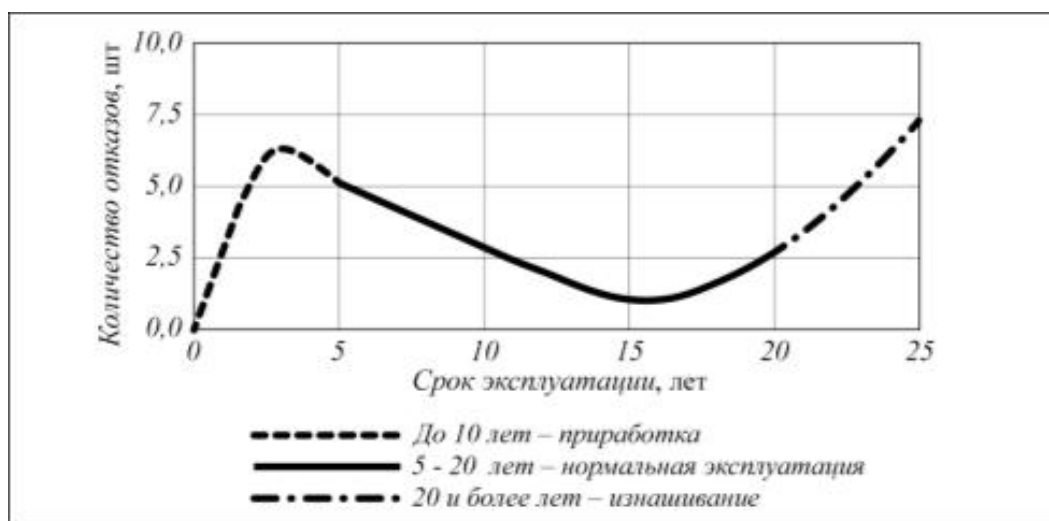


Рисунок № 3 – Распределение отказов резервуара в процессе эксплуатации

Виды коррозионных повреждений, возникающих в процессе долгой эксплуатации металлоконструкции:

- Общая (сплошная) поверхностная коррозия – это постепенное и равномерное распространение коррозии по поверхности металла, а также неравномерного распространения коррозии при условии разной скорости распространения коррозии на участках металла.

Общая коррозия протекает под действием кислот, атмосферы, щелочей и металлов. (Рис. № 4)



Рисунок № 4 – Сплошная коррозия металла

- Сквозная коррозия – это коррозия, распространяющаяся внутрь металла разъедаая его, образуя сквозные отверстия. (Рис. № 5)

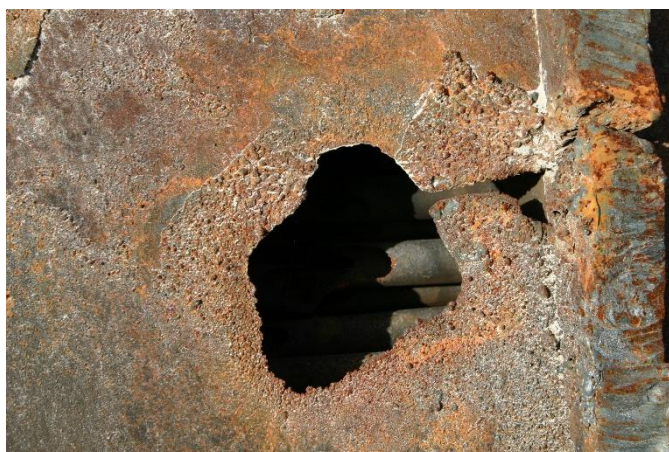


Рисунок № 5 – Сквозная коррозия металла

- Язвенная коррозия – это коррозия, развивающаяся локальными участками в которых разрушается поверхность металла, площадь поверхностной коррозии превышает глубинную коррозию. Часто язвенная коррозия появляется из-за поврежденной изоляции. (Рис. № 6)



Рисунок № 6 - Язвенная коррозия металла

Точечная коррозия – это коррозия, развивающаяся локальными участками в которых разрушается поверхность металла, площадь поверхностной коррозии мала по сравнению с глубиной коррозии. Наиболее подверженным материалом для точечной коррозии является нержавеющая

сталь. (Рис. № 7)



Рисунок № 7- Точечная коррозия металла

4 Анализ дефектов, влияющих на эксплуатационную надежность резервуара.

Для уменьшения количества дефектов, влияющих на неисправности в металлоконструкции необходимо проводить диагностирование, текущий и капитальный ремонты резервуара, и выявлять дефекты.

Основными факторами, обеспечивающими надежность и долговечность резервуаров, являются [21]:

- качественное сооружение оснований и фундаментов;
- качественное заводское изготовление стальных конструкций и правильная их транспортировка;
- соблюдение геометрической формы резервуаров и их элементов;
- контроль качества строительных и монтажных работ;
- соблюдение графиков текущего и капитального ремонтов;
- строгое соблюдение правил техники безопасности и охраны труда.

4.1 Диагностика металлоконструкции

На основе технического диагностирования можно сделать вывод о безопасности и надежности металлоконструкции.

Мероприятия по техническому диагностированию металлоконструкции:

- Обработка полученной информации;
- Дефектоскопия;
- Формирование заключения о техническом состоянии резервуара;
- Выдаче назначений по дальнейшей эксплуатации металлоконструкции.

По срокам проведения технологического диагностического контроля

	различают внеочередной				и очередной контроль металлоконструкций							
					«Обеспечение эксплуатационной надежности резервуаров							
					вертикальных стальных объемом 5 000 кубических метров»							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Эксплуатационные дефекты резервуара				Лит.	Лист	Листов	
Разраб.	Арестов А. А.											
Руковод.	Саруев А.Л.											
Рук-ль ООП	Брусник О.В.								Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А			

Внеочередной контроль металлоконструкции производится если произошел пожар, авария или при достижении срока амортизации. Решение подвергать полной или частичной диагностике металлоконструкцию производится на основе условий и режимов работы металлоконструкции, а также от его технического состояния.

Полная диагностика металлоконструкции производится не менее одного раза в 10 лет, в то время как частичная диагностика металлоконструкции производится не менее одного раза в 5 лет.

Предприятие АО «Транснефть–Диаскан» предоставляет услуги по диагностики металлоконструкций филиалам «Транснефть» по всей России.

Для проведения технического диагностирования резервуаров применяют инструментальные методы и методики, а также расчетные, в том числе:

- Цветная дефектоскопия;
- Радиографирование;
- Капиллярный метод;
- Ультразвуковая дефектоскопия;
- Ультразвуковой толщиномер;
- Акустико-эмиссионный метод;
- Определение сварных соединений и механических свойств металла вертикальном стальном резервуаре;
- Определение прочности элементов конструкции.

4.2 Остаточный ресурс металлоконструкции

Расчеты на остаточный ресурс, прочность и устойчивость металлоконструкции выполняется с учетом:

					Эксплуатационные дефекты резервуара	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Остаточной толщины стенки резервуара, изменение структуры и механических свойств стали;
- Концентрации напряжений;
- Эксплуатационной нагрузки.

Металлоконструкции эксплуатируются в условиях статического и малоциклового нагружения. При проведении технической диагностики металлоконструкции необходим расчет статического и малоциклового нагружения, расчет остаточного ресурса.

4.3 Напряженно-деформированное состояние металлоконструкции

На напряженно-деформированное состояние металлоконструкции влияет геометрическая форма и положение в пространстве резервуара.

Расчет НДС металлоконструкции с учетом его реальных геометрических данных позволяет сократить до 10% затрат на дополнительные методы контроля, это позволяет определить:

- Срок безопасной эксплуатации металлоконструкции с найденными дефектами основного металла и сварных швов с учетом фактического напряженно-деформированного состояния;
- Максимально допустимый уровень налива металлоконструкции, срок его безопасного использования при заданных эксплуатационных параметрах.

4.4 Срок службы металлоконструкции

Все обслуживание и ремонт металлоконструкций протекает по регламенту, также в регламент входит срок службы хранилища. После окончания срока службы резервуара, дальнейшее восстановление нецелесообразно по экономическим причинам или невозможно.

					Эксплуатационные дефекты резервуара	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Общий срок службы резервуара обеспечивается:

- основаниями и фундаментами;
- разрешениями на изготовление и монтаж металлоконструкций;
- нормированием соединительных сварных дефектов;
- способами защиты от коррозионного воздействия;
- назначением регламента обслуживания;
- выбором материала, с учетом коррозионного, температурного и силового воздействий;
- оптимальными конструктивными решениями металлоконструкций.

Для металлоконструкций объемом 50 000 м³, при поставленном сроке службы резервуара 40 лет и усредненном годовом числе циклов заполнений-опорожнений металлоконструкции не более 250, усталостная долговечность стенки будет обеспечена на весь общий срок службы.

При эксплуатации резервуара по регламенту ремонта и обслуживания срок службы металлоконструкции будет не отличаться от прописанных в документации при строительстве.

4.5 Планово–предупредительный ремонт

В процессе использования металлоконструкции периодически проводится обследование его технического состояния. По результатам технического состояния, принимают дефектную ведомость и смету затрат на восстановительные работы. Планово – предупредительный ремонт металлоконструкций учитывает проведение осмотрового, текущего и капитального ремонта.

Для эффективной работы резервуара и его оборудования проводят:

- Капитальный ремонт происходит частичная или полная замена конструкции кровли, корпуса, оборудования и днища хранилища.

					Эксплуатационные дефекты резервуара	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

- Текущий ремонт выполняют не реже одного раза в 2 года. Текущий ремонт представляет собой очистку резервуара от продукта хранения, фильтрации и дегазации.
- Основной ремонт, проводят не реже одного раза в полгода. Основной ремонт протекает без опорожнения металлоконструкции и представляет собой ремонт поясов, устранение отпотин и свищей.

Помимо всех вышеперечисленных мероприятий, так же проводят расчет металлоконструкции на прочность и стойкость. Пример такого расчета представлен в расчетной части данной выпускной квалификационной работы.

					Эксплуатационные дефекты резервуара	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 Назначение и область применения РВС-5000

Цилиндрические РВС-5000 используются для учета нефти, различных торговых операций с нефтью и ее продуктами, а также для их хранения. Данный тип резервуара выглядят, как сосуды, имеющие форму цилиндра, направленные вертикально относительно земли, а также оснащенные разной аппаратурой, люками, плоскими днищами и тд. С целью сохранения нефти резервуар закрыт и так как имеет большой объем, а именно 5000 м³, резервуар наземный. Заполняется хранилище с помощью труб, патрубков и тд, расположенных в нижней части резервуара, там же осуществляется выход продукта, через выходные трубы, патрубки и тд.

Предназначение вертикального стального цилиндрического резервуара объемом 5000 м³ состоит в хранении, выдачи, приема жидкостей.

Состоит Резервуар вертикальный стальной объемом 5000 м³ из стационарной крыши, цилиндрического корпуса и плоского днища.

РВС могут изготавливаться с понтоном или плавающей крышей. Все зависит от желания заказчика. Плюсами плавающей крыши является исключение возможности взрыва и сокращение потерь от испарения, а также должны использоваться без внутреннего давления и вакуума.

Резервуар вертикальный стальной объемом 5000 м³ должен иметь антикоррозионную защиту(покрытие). Теплоизоляцию наносят на стенки, а также могут добавить на крышу.

Согласно ПБ 03-605-03 резервуары имеют стандартную комплектацию. Если заказчик потребует дополнительное оборудование, то он может до заказать: устройства молниезащиты, дыхательную арматуру, приборы контроля уровня и устройства пожарной безопасности.

Можно так же оснастить дополнительным антикоррозийным покрытием. Так как времена года меняются, а с ними и температура

					«Обеспечение эксплуатационной надежности резервуаров вертикальных стальных объемом 5 000 кубических метров»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Арестов А. А.			Назначение и область применения РВС-5000		Лит.	Лист
Руковод.		Саруев А.Л.						48
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						Листов
								103
					Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А			

окружающей среды, необходимо подогревать (охлаждать) сырье, сделать это можно с помощью установки секционных подогревателей или теплообменных рубашек. Эта рубашка имеет толщину до 120 мм, а также сохраняет

температурный режим. Роль наполнителя играет полистовой или рулонный кашированный утеплитель состоящий из минеральной ваты, производя повышение теплоизоляционных характеристик.

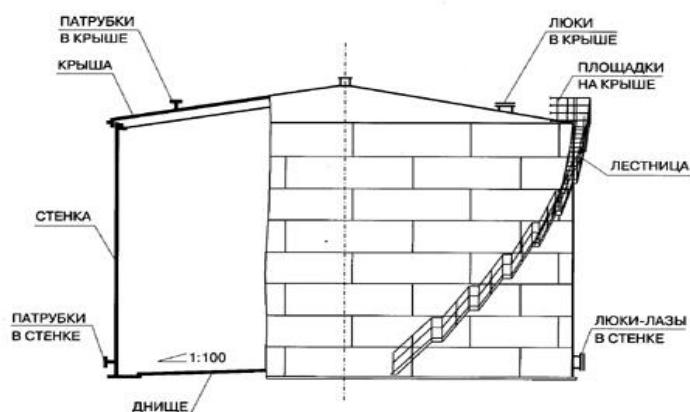


Рисунок 8 - Вертикальный стальной цилиндрический резервуар РВС-5000 со стационарной крышей [13]

5.1 Приемо-раздаточные устройства

ПРУ осуществляют отбор продукта из емкости, подачу продукта в емкость.

Количество ПРУ определяют по максимальной производительности опорожнения и заполнения имеющегося резервуара.

Приемо-раздаточные устройства обязаны быть оснащены задвижкой (заслонкой), должны управляться снаружи данного резервуара.

ПРУ обычно совмещают с другими механизмами, такими как механизм перемешивания продукта, размыва донных отложений, перераспределение потока сырья.

Конструктивные особенности приемо-раздаточного устройства согласовывается с разработчиком проекта металлической конструкции. В

					Назначение и область применения РВС-5000	51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

проекте металлической конструкции обязан быть усиливающий лист приварки патрубка приемо-раздаточного устройства к резервуару.

Диаметр ПРУ определяется, благодаря скорости потока жидкости. Естественно существуют и допустимые скорости течения через ПРУ установленные для каждой жидкости.

Для заполнения вертикального стального цилиндрического резервуара производительность заполнения резервуара обязана быть ограничена скоростью не более 1 м/с через ПРУ перед моментом заполнения верха ПРП, вне зависимости от предельно допустимой скорости для разного вида жидкостей.

Существуют ограничения по скорости для вертикального стального цилиндрического резервуара с понтоном и плавающей крышей, а именно 6 м/ч для объемов 30 тысяч метров кубических и 4 м/ч для объемов свыше 30 тысяч метров кубических.

Скорость заполнения вертикального стального цилиндрического резервуара обязана не превышать суммы пропускных способностей дыхательной арматуры, которую установили на вертикальном стальном цилиндрическом резервуаре.

5.2 Устройства специального назначения

Перемешивающие устройства устанавливаются, если имеется такая необходимость для предотвращения накопления осадков. Естественно выбор какого-то конкретного механизма и необходимость его установки определяется из технических процессов хранения сырья.

Подрядчик обязан предоставлять документацию о лабораторных исследованиях, подтверждающих эффективность работы предоставляемого оборудования.

Для сохранения пожарной безопасности и качества продукта на вертикальные стальные цилиндрические резервуары устанавливают

					Назначение и область применения РВС-5000	51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

теплоизоляционные покрытия, подогревательные механизмами, для предоставления лучших условий хранения вязкой нефти и нефтепродуктов.

Вертикальные стальные резервуары оснащают:

- Средствами обнаружения возгораний (пожара);
- Сигналами верхнего аварийного, нижнего и верхнего предельных уровней;
- Приборами местного и дистанционного измерения уровня;
- Устройствами отбора проб (точечных проб) или устройствами отбора пробы по всей высоте хранимого сырья;
- Приборами местного и дистанционного измерения температуры;

Переливные устройства являются качественной заменой для ДС верхнего уровня, присоединенные к резервному резервуару, препятствующие максимальному уровню заполнения резервуара, установленного компанией.

Патрубок- отрезок трубы, присоединенный к резервуару.

Дистилляция - перегонка, испарение жидкости с последующим охлаждением и конденсацией паров.

Анкеровка — Закрепление оборудования, трубопроводов и элементов строительных конструкций анкерами, рассчитанными на восприятие нагрузки и передачу её опорному устройству.

В более 3 сигнализаторах нуждаются вертикальные стальные резервуары с плавающими крышами или понтонами в силу своих конструктивных особенностей, сигнализаторы должны работать параллельно.

Устройства отбора проб обязаны состоять из системы пробоотборных трубок. Трубки должны иметь 15 мм внутреннего диаметра. Пробы берут с использованием вакуумного насоса и пробоотборных трубок, если кинематическая вязкость сырья превышает 50 Санти стоксов. Трубки должны иметь не менее 25 мм внутреннего диаметра. Перед началом работы происходит прокачка системы вакуумным насосом с целью удаления оставшегося продукта.

					Назначение и область применения РВС-5000	51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6 Расчет элементов РВС-5000

Объектом исследования в работе взят резервуар РВС - 5000 м³, находящийся в Новосибирской области и принадлежащий ЛПДС «ХХХ» Новосибирского РНУ. Так как были обнаружены очаги коррозии, они были зачищены, в свою очередь это значит, что толщина стенки уменьшилась, поэтому был применен метод ультразвукового толщинометра для определения остаточной толщины стенки. Была рассчитана минимальная толщина стенки резервуара, проведен расчёт на остаточную прочность стенки резервуара, а также оценка ресурса стенки резервуара.

- Ёмкость резервуара (общая) – 5000 м³;
- Внутренний диаметр резервуара – 22790 мм;
- Высота цилиндрической части резервуара – 11920 мм;
- Количество поясов – 8;
- Марка стали листов стенок резервуара – 09Г2С ГОСТ 5058-65;
- Марка стали листов днища резервуара – 09Г2С;
- Марка стали кровли резервуара – Ст3сп;
- Минимальный уровень заполнения – 500 мм;
- Максимальный уровень заполнения – 10500 мм;
- Способ соединения элементов резервуара – Сварка встык и внахлест;
- Технология изготовления – Рулонная сборка.

6.1 Расчет размеров металлоконструкции

Размер листа в соответствии с СП 365.1325800.2017 [35], 1500х6000 мм. Если учитывать обработку листа с целью получения правильной прямоугольной формы, то получаем 1490х5990 мм.

Объем металлоконструкции определяется из формулы:

$$V=\pi\cdot h\cdot R^2. \quad (1)$$

					«Обеспечение эксплуатационной надежности резервуаров вертикальных стальных объемом 5 000 кубических метров»								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата									
Разраб.		Арестов А. А.			Расчет элементов РВС-5000				Лит.	Лист	Листов		
Руковод.		Саруев А.Л.									52	103	
Рук-ль ООП		Брусник О.В.							Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А				

h - высота цилиндрической части металлоконструкции;

R - радиус металлоконструкции;

V -заданный

объем.

Выразим радиус из уравнения, полученного выше:

$$R = \sqrt{\frac{V}{\pi \cdot h}} = \sqrt{\frac{50000}{\pi \cdot 11920}} = 11557 \text{ мм} \quad 2)$$

Найдем периметр металлоконструкции L_n и число листов в поясе N_n :

$$L_n = 2 \cdot \pi \cdot R = 2 \cdot \pi \cdot 11557 = 72578 \text{ мм} \quad (3)$$

$$N_n = \frac{L_n}{L} = \frac{72578}{5990} = 12,12 \quad (4)$$

Число листов в поясе обычно округляют до целого или выбирают последний лист равный половины его длинны. Следовательно, число листов в поясе 12,5. Периметр металлоконструкции тогда будет равен:

$$L_n = 12,5 \cdot 5990 = 74875 \text{ мм}$$

А итоговый радиус:

$$R = \frac{L_n}{2 \cdot \pi} = \frac{74875}{2 \cdot \pi} = 11923 \text{ мм}$$

6.2 Определение толщины поясов

Расчет производится согласно СП 365.1325800.2017 [35].

Расчет min толщины стенки металлоконструкции рассчитывается по формуле:

$$\delta_e = \frac{[n_1 \cdot \rho_H \cdot g \cdot (H_{\max} - X_i) + n_2 \cdot P_u] \cdot R}{\gamma_C \cdot R_y}; \quad (5)$$

					Расчет элементов РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

где $n_1=1,05$ – коэффициент надежности по нагрузке гидростатического давления;

$n_2=1,2$ – коэффициент надежности по нагрузке от избыточного давления и вакуума;

ρ_n – плотность нефти, кг/м³ ;

H_{\max} – максимальный уровень разлива нефти в металлоконструкции, м;

x_i – расстояние от днища до расчетного уровня, м;

$P_u=2,0$ кПа – нормативная величина избыточного давления;

γ_c – коэффициент условий работы, $\gamma_c = 0,7$ для нижнего пояса, $\gamma_c = 0,8$ для остальных поясов;

R_y – расчетное сопротивление материала пояса стенки по пределу текучести, Па.

Рассчитаем сопротивление материала по пределу текучести:

$$R_y = \frac{R_y^H}{\gamma_M \cdot \gamma_H}, \quad (6)$$

где R_y^H – нормативное сопротивления растяжению (сжатию) металла стенки, равное минимальному значению предела текучести, принимаемому по государственным стандартам и техническим условиям на листовой прокат;

$\gamma_M = 1,025$ – коэффициенты надежности по материалу;

$\gamma_H = 1,05$, так как объем металлоконструкции входит в диапазон от 1000 до 20000 м³ .

Стенка металлоконструкции относится к основным конструкциям подгруппы «А», для которых должна применяться сталь класса С345 (09Г2С) с нормативным расчетным сопротивлением $R_y^H = 345$ МПа. Вычисляем расчетное сопротивление:

$$R_y = \frac{345}{1,025 \cdot 1,05} = 321 \text{ МПа}$$

Полученное значение \min толщины стенки металлоконструкции должно быть увеличено на значение пропуска на коррозию.

Для получения равностенной металлоконструкции получившееся значение должно быть либо меньше, либо равно \min толщине пояса для объема данной металлоконструкции.

Для вычисления используем формулу, в которой, начиная со второго пояса, единственным изменяемым параметром при переходе от нижнего пояса к верхнему является координата нижней точки каждого пояса.

$$x_i = B(i-1) \quad (7)$$

где i – номер пояса снизу-вверх;

B – ширина листа.

Основные геометрические размеры металлоконструкции при проведении прочностных расчетов округляем в большую сторону до номинальных размеров так, чтобы погрешность шла в запас прочности: $H = 11,920$ м; $B = 1,5$ м; $R = 11,923$ м.

Если значение получилось больше \min толщины пояса, рассчитываем получившееся выше значение количества поясов:

Первый пояс:

$$\delta_e = \frac{[1,058509,81(11,92-0)+12 \cdot 2000]11,923}{0,732110} = 0,005538 \approx 5,538 \text{ мм}$$

Второй пояс:

$$\delta_e = \frac{[1,058509,81(11,92-1,5)+12 \cdot 2000]11,923}{0,832110} = 0,004236 \approx 4,236 \text{ мм}$$

Толщину остальных поясов приведена в таблице №3.

Таблица 3 – Толщина стенки металлоконструкции, в зависимости от номера пояса

Номер пояса	Толщина стенки, мм
1	5,538
2	4,236

									Лист
									56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Расчет элементов РВС-5000				

3	3,626
4	3,016
5	2,407
6	1,797
7	1,187
8	0,577

Значение минимальной толщины стенки для условий эксплуатации увеличивается на величину минусового допуска на прокат и округляется до ближайшего значения из сортаментного ряда листового проката. Полученное значение сравнивается с минимальной конструктивной толщиной стенки $\delta_{\text{кк}}$ [11].

В качестве номинальной толщины $\delta_{\text{ном}}$ каждого пояса стенки выбирается значение большей из двух величин, округленное до ближайшего значения из сортаментного ряда листового проката:

$$\delta_{\text{ном}} \geq \max(\delta_i + C_i + \Delta_i; \delta_{\text{кк}}), \quad (8)$$

где C_i – припуск на коррозию (необходимо выбирать 2–3 мм), мм;

Δ_i – значение минусового допуска на толщину листа, мм.

Величину минусового допуска определяют по предельным отклонениям на изготовление листа.

В таблице 4 приведены данные для выбора номинального размера толщины стенки.

Таблица 4 - Номинальная толщина стенки

Номер пояса	δ_i , мм	C_i , мм	Δ_i , мм	$\delta_i + C_i + \Delta_i$	$\delta_{\text{кк}}$	$\delta_{\text{ном}}$
1	5,538	2,0	0,45	7,988	6	8,0
2	4,236			6,686		7,0
3	3,626			6,076		7,0
4	3,016			5,466		6,0
5	2,407			4,857		6,0
6	1,797			4,247		6,0
7	1,187			3,637		6,0
8	0,577			3,027		6,0

6.3 Расчет стенки РВС на устойчивость

Устойчивость стенки металлоконструкции высчитывается из проверки соотношений [14]:

$$\sigma_{li}/\sigma_{0i} + \sigma_2/\sigma_{02} \leq 1,0. \quad (9)$$

где σ_{li} – расчетные осевые напряжения в стенке металлоконструкции, МПа;

σ_2 – расчетные кольцевые напряжения в стенке металлоконструкции, МПа;

σ_{0li} – критические осевые напряжения в стенке металлоконструкции, МПа;

σ_{02} – критические кольцевые напряжения в стенке металлоконструкции, МПа.

Осевые напряжения определяются по минимальной толщине стенки пояса, кольцевые напряжения – по средней толщине стенки.

Расчетные осевые напряжения для металлоконструкции определяются по формуле:

$$\sigma_{li} = \frac{n_3 \cdot (G_{кр} + G_{снi}) + \psi \cdot (n_{сн} \cdot G_{сн} + n_2 \cdot G_{вак})}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot \delta_i}, \quad (10)$$

где $n_3=1,05$ – коэффициент надежности по нагрузке от собственного веса;

$n_{сн} = 1,4$ – коэффициент надежности по снеговой нагрузке;

$G_{кр}$ – вес покрытия металлоконструкции, Н;

$G_{сн,i}$ – вес вышележащих поясов стенки металлоконструкции, Н;

$G_{сн}$ – полное расчетное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия, Н;

$G_{вак}$ – вес покрытия металлоконструкции, Н;

δ_i – расчетная толщина стенки i-го пояса металлоконструкции,

М.

					Расчет элементов РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Вес покрытия металлоконструкции рассчитывается по нормативному давлению крыши $p_{кр} = 0,12 \frac{кН}{м^2}$:

$$G_{кр} = p_{кр} \cdot R \cdot \pi$$

11)

$$G_{кр} = 0,12 \cdot 1557 \cdot \pi = 593 кН$$

Пусть высота всех поясов одинакова и равна ширине листа В, тогда вес вышележащих поясов стенки металлоконструкции:

$$G_{cmi} = 2 \cdot B \cdot R \cdot \pi \cdot \gamma_{cm} \cdot \sum_{k=i}^a \delta_k \quad (12)$$

где а – номер последнего пояса, если начало отсчета снизу;

$\gamma_{cm} = 78,5 \frac{кН}{м^3}$ – удельный вес стали.

Рассчитаем вес первого пояса:

$$G_{cm1} = 2 \cdot B \cdot R \cdot \pi \cdot \gamma_{cm} \cdot \sum_{k=1}^8 \delta_k = 2 \cdot \pi \cdot 1557 \cdot 78,5 \cdot 10^{-3} = 684 кН$$

Рассчитаем вес второго пояса:

$$G_{cm2} = 2 \cdot B \cdot R \cdot \pi \cdot \gamma_{cm} \cdot \sum_{k=2}^8 \delta_k = 2 \cdot \pi \cdot 1557 \cdot 78,5 \cdot 10^{-3} = 598 кН$$

Расчет остальных поясов приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Вес стенки металлоконструкции

Номер пояса	Вес стенки G _{ст} , кН
1	68,4
2	59,8
3	59,8
4	51,3
5	51,3
6	51,3
7	51,3
8	51,3

Определим нормативное значение веса снежного покрова на 1 м², выбираемое по СНИП 2.01.07-85. Новосибирская область находится в IV снеговом районе, следовательно $S_g = 24 \text{ кН}$, а коэффициент перехода от веса снегового покрытия горизонтальной поверхности земли к снеговой нагрузке на покрытие $\mu = 1$ для крыши с углом наклона равного $\alpha \leq 30$.

Нормативная снеговая нагрузка:

$$p_{сн} = S_g \cdot \mu \quad (13)$$

Найдем вес снегового покрова на крышу металлоконструкции:

$$G_{сн} = p_{сн} \cdot R \cdot \pi \quad (14)$$

$$G_{сн} = 1 \cdot 24 \cdot 11557 \cdot \pi = 1005 \text{ кН}$$

Найдем нагрузку от вакуума металлоконструкции:

$$G_{вак} = p_{вак} \cdot R \cdot \pi \quad (14)$$

$$G_{вак} = 0,25 \cdot 11557 \cdot \pi = 1048 \text{ кН}$$

Рассчитаем осевые напряжения в каждом поясе стенки металлоконструкции от вертикальной нагрузки:

Напряжение в первом поясе:

$$\sigma_{11} = \frac{n_3 \cdot (G_{кр} + G_{см1}) + \psi \cdot (n_{сн} \cdot G_{сн} + n_2 \cdot G_{вак})}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot \delta_i} =$$

$$= \frac{1,05(503 + 1748) + 0,9 \cdot (1,4 \cdot 1005 + 1,2 \cdot 1048)}{2 \cdot \pi \cdot 11557,36 \cdot 10^3} = 282 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{12} = \frac{n_3 \cdot (G_{кр} + G_{см1}) + \psi \cdot (n_{сн} \cdot G_{сн} + n_2 \cdot G_{вак})}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot \delta_i} =$$

$$= \frac{1,05(503 + 1525) + 0,9 \cdot (1,4 \cdot 1005 + 1,2 \cdot 1048)}{2 \cdot \pi \cdot 11556,72 \cdot 10^3} = 307 \text{ МПа}$$

Меридиональное критическое напряжение:

$$\sigma_{01} = C \cdot E \cdot \frac{\delta_i}{R} \quad (15)$$

					Расчет элементов РВС-5000	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа – модуль упругости стали;

Формула для нахождения C :

$$C = 0,085 + R / (\delta_{\min} \cdot 10) \text{ при } 225 \leq R / \delta_{\min} < 250$$

16)

$$C = 0,085 + 11557 / (0,005880) = 0,104$$

Меридиональное критическое напряжение для первого пояса:

$$\sigma_1 = 0,10521 \cdot 10^1 \cdot 0,00736 \cdot 11557 = 1404 \text{ МПа}$$

Для второго пояса:

$$\sigma_{12} = 0,10521 \cdot 10^1 \cdot 0,00672 \cdot 11557 = 1282 \text{ МПа}$$

Расчет для остальных поясов в таблице 6.

Таблица 6- Напряжения для расчета стенки РВС на устойчивость

Номер пояса	σ_1 , МПа	σ_{01} , МПа	σ_1/σ_{01}	σ_2 , МПа	σ_{02} , МПа	σ_2/σ_{02}	$\sigma_1/\sigma_{01} + \sigma_2/\sigma_{02}$
1	2,819	14,042	0,201				0,263
2	3,069	12,821	0,239				0,239
3	3,097	12,707	0,244				0,244
4	3,457	11,314	0,306				0,306
5	3,469	11,276	0,308				0,308
6	3,487	11,219	0,311				0,311
7	3,457	11,314	0,306				0,306
8	3,233	12,099	0,267	0,093	1,484	0,063	0,267

Формула для вычисления σ_2 (расчетного кольцевого напряжения):

$$\sigma_2 = \frac{(p_b n_1 + p_{вв} n_2) R}{\delta_{ср}} \quad 17)$$

где p_b – нормативное значение ветровой нагрузки на РВС, Па;

$n_b = 1,4$ – коэффициент надежности по ветровой нагрузке;

$\delta_{ср}$ – средняя арифметическая толщина стенки РВС, м.

					Расчет элементов РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Нормативное значение ветровой нагрузки определяется по формуле:

$$p_e = W_0 \cdot k_2 \cdot C_i \quad (4)$$

где W_0 – нормативное значение ветрового давления, Па; Новосибирская область относится ко второму району по давлению ветра, по СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия», из таблицы выбираем $W_0 = 0,42 \text{ кПа}$.

k_2 – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте; $k_2 = 0,69$ для РВС высотой 12 метров и типа местности В.

C_i – аэродинамический коэффициент, выбираем по СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия».

Вычисляем ветровую нагрузку:

$$p_e = W_0 \cdot k_2 \cdot C_i = 0,42 \cdot 0,69 \cdot 0,5 = 0,15 \text{ кПа}$$

Найдем кольцевые напряжения:

$$\sigma_2 = \frac{(0,151,4 + 0,251,2) \cdot 11557}{63410^3} = 0,09 \text{ МПа}$$

Кольцевое критическое напряжение:

$$\sigma_{cr2} = 0,55 E \cdot \left(\frac{R}{H} \right) \cdot \left(\frac{\delta_{cp}}{R} \right)^{1,5}, \quad (19)$$

H – редуцированная высота резервуара (если толщина стенки постоянна и РВС со стационарной крышей, то редуцированная высота резервуара равна полной высоте стенки резервуара (H_0)).

$$\sigma_{02} = 0,55 \cdot 21 \cdot 10^9 \cdot \left(\frac{11557}{120} \right) \cdot \left(\frac{63410^3}{11557} \right)^{1,5} = 1,48 \text{ МПа}$$

6.4 Расчет на остаточную прочность стенки РВС-5000

Уменьшение толщины листов металлоконструкции ведет к увеличению кольцевых напряжений в корпусе. Самыми опасными для корпуса металлоконструкции – это кольцевые напряжения, которые достигают своего максимального значения на уровне, расположенном на 300 мм выше нижней кромки каждого пояса.

					Расчет элементов РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

В основу расчетов заложены прочностные свойства стали 09Г2С и фактические минимальные толщины поясов (по данным толщинометрии).

Кольцевые напряжения, исходя из фактической минимальной толщины листов по всем поясам резервуара в соответствии с [14] определены по формуле:

$$\sigma_{\max} = \frac{(\gamma_{f0} \cdot p \cdot (H-x) + \gamma_{f0} \cdot P_s) \cdot R_p}{\gamma_c \cdot \gamma_m}, \quad (20)$$

где σ_{\max} , (кгс/мм) - расчетные максимальные кольцевые напряжения;

$\gamma_{f0} = 1,1$ - коэффициент надежности по гидростатическому давлению [12];

$H = 10500$, (мм) - максимальная высота заполнения металлоконструкции;

$P_s = 2$ (кПа) - избыточное давление;

x , (мм) - расстояние от днища металлоконструкции до расчетного сечения;

$\gamma_{fs} = 1,2$ - коэффициент надежности по избыточному давлению;

Проверка прочности корпуса металлоконструкции с учетом хрупкого разрушения в соответствии со СНиП II-23-81* [23] производится по формуле:

$$\sigma_{\max} \leq \frac{\gamma_c \cdot R_{un}}{\gamma_m}, \quad (21)$$

$R_{un} = 460$ МПа - расчетное сопротивление стали 09Г2С по временному сопротивлению принимаемое по ГОСТ 380-71*;

Рассчитаем допускаемое значение напряжения для стали.

Для первого пояса:

$$\sigma_{\max} = \frac{\gamma_c \cdot R_{un}}{\gamma_m} = \frac{0,7 \cdot 460}{1,025} = 32029 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$$

Для остальных поясов:

$$\sigma_{\max} = \frac{\gamma_c \cdot R_{un}}{\gamma_m} = \frac{0,8 \cdot 460}{1,025} = 366049 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$$

					Расчет элементов РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

Ниже представлены результаты толщинометрии в таблице 7 с учетом дефектов, найденных при визуальном осмотре и дефектоскопией на наружной поверхности стенки корпуса РВС.

Таблица 7 – максимальные кольцевые напряжения, действующие в стенке резервуара с учетом дефектов наружной поверхности.

Координаты расчетного сечения	Минимальная фактическая толщина стенки РВС, мм	Кольцевые напряжения стенки РВС при Н=10500 мм, (МПа)	Кольцевые напряжения стенки РВС при Н=9000 мм, (МПа)	Допускаемое значение напряжения стали (МПа)
0,300	7,36	154,56	132,40	314,15
1,800	6,72	132,40	110,24	359,02
3,300	6,66	110,24	88,08	359,02
4,800	5,93	88,08	65,92	359,02
6,300	5,91	65,92	43,76	359,02
7,800	5,88	43,76	21,59	359,02
9,300	5,93	21,59	-0,57	359,02

Условие прочности при максимальной высоте налива продукта Н= 10 500 мм и Н = 9 000 мм условие прочности выполняется для всех поясов стенки резервуара. По результатам расчета кольцевых напряжений с учетом фактической толщины листов стенки корпуса РВС-5000 уровень максимально допустимого налива продукта Н = 10 500 мм.

6.5 Оценка ресурса стенки металлоконструкции

Число полных циклов наполнения резервуара до образования макротрещины определяется по формулам РД 153-112-017-97 [24]:

$$N_0 = \frac{1}{4} \left(\frac{1,28 E \cdot \ln \left(\frac{1}{1-\psi} \right)}{1,28 n_{\sigma} \cdot \sigma_a^* / \varphi - \sigma_1} - 1 \right)^2, \quad (22)$$

(23)

$$N_0 = \frac{1}{4 \cdot n_N} \left(\frac{1,28 E \cdot \ln \left(\frac{1}{1-\psi} \right)}{1,28 \sigma_a^* / \varphi_c - \sigma_{-1}} - 1 \right)^2,$$

где E - модуль упругости, для стали E = 2,06*10⁵ , МПа;

ψ - относительное сужение, $\psi = 0,55$ для стали 09Г2С;

n_σ - коэффициент запаса по напряжениям, $n_\sigma = 2$;

σ_a^* - амплитуда условных напряжений в расчётной точке стенки резервуара, МПа;

σ_{-1} - предел выносливости для материала стенки, для стали 09Г2С $\sigma_{-1} = 120$ МПа;

φ_c - коэффициент, при ручной сварке $\varphi_c = 0,8$, при автоматической $\varphi_c = 0,9$;

n_N - коэффициент запаса по долговечности, $n_N = 10$.

Амплитуда условных напряжений определяется по следующей формуле:

$$\sigma_a^* = 0,5 \cdot \sigma_{\max} \cdot K_\sigma = 0,5 \cdot 242,6058 = 121,3029 \text{ МПа}$$

где $K_\sigma = 2,4$;

σ_H - максимальные напряжения в стенке резервуара.

Найдем количество циклов:

$$N_0 = \frac{1}{4} \left(\frac{1,28 \cdot 20610 \cdot \ln \left(\frac{1}{1-0,55} \right)}{1,28 \cdot 121,3029 / 0,8 - 120} - 1 \right)^2 = 746;$$

$$N_0 = \frac{1}{104} \left(\frac{1,28 \cdot 20610 \cdot \ln \left(\frac{1}{1-0,55} \right)}{1,28 \cdot 121,3029 / 0,8 - 120} - 1 \right)^2 = 402;$$

Минимальная из них должна быть скорректирована по условиям коррозии. Ресурс с учётом коррозии определяется по формуле:

					Лист
					65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

$$N_{окс} = N_0 \cdot (1 - \beta_{кс}) \quad (2)$$

4)

где:

$\beta_{кс} = \lambda \cdot \lg N_0$ Коэффициент $\lambda = 0,1$ при отсутствии мер по снижению коррозионного воздействия.

$$N_{окс} = 40281 - 0,1 \cdot \lg 40281 = 257$$

В результате для условий эксплуатации данного резервуара минимальный срок службы при условии частоты заполнения $n=76$ циклов в год составляет:

$$T = \frac{N_{окс}}{n} = \frac{2576}{76} = 33,9 \text{ год}$$

Остаточный срок службы с учетом предыдущих 23 лет эксплуатации составляет:

$$T_{ос} = 33,9 - 23 = 10,9 \text{ лет}$$

Для повышения оставшегося срока службы необходимо уменьшить количество циклов заполнения резервуара в год.

					Расчет элементов РВС-5000	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

7.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Целью данного раздела выпускной квалификационной работы является анализ ресурсоэффективности и конкурентоспособности проводимой разработки. Для достижения поставленной цели, были выполнены следующие задачи:

Произведен анализ конкурентоспособности технических решений;

Составлен SWOT-анализ;

Разработан план работ и рассчитан бюджет затрат.

7.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для обеспечения безопасности и надежности резервуаров реализуется ряд специальных технических программ по диагностике, ремонту и реконструкции объектов хранения нефти.

Потенциальными потребителя услуг диагностирования резервуаров, являются Лукойл, Сургутнефтегаз, Транснефть. Целесообразно выбрать два наиболее значимых критерия: размер компании и отрасль. По этим критериям будет производиться сегментирование рынка. Размер предприятия важен, так как в крупных компаниях большее количество резервуаров. Данный исследовательский проект применяется исключительно в нефтетранспортных предприятиях, на которых эксплуатируются РВС.

					«Обеспечение эксплуатационной надежности резервуаров вертикальных стальных объемом 5 000 кубических метров»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Арестов А. А.						
Руковод.		Саруев А.Л.					66	103
Рук-ль ООП		Брусник О.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А		

Географическое положение играет малую роль в применении исследовательского проекта. Данная исследовательская работа может быть использована для любых предприятий, которые эксплуатируют РВС. Все три компании считаются крупными.

7.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ позволит своевременно внести коррективы в исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Сравнительная таблица конкурирующих технических решений представлена в таблице № 8, где оценивание технологий приведено по пятибалльной шкале: 1 –слабая позиция, 5 –сильная позиция.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Таблица 8 – Сравнение конкурирующих технических решений

Критерии оценки	Вес терия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	B_{k1}	B_{k2}	K_{ϕ}	K_{k1}	K_{k2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Современная элементная база	0,10	5	4	5	0,50	0,40	0,50
Долговечность	0,11	5	4	5	0,55	0,44	0,55
Надежность	0,10	5	4	5	0,50	0,40	0,50
Безопасность	0,08	4	4	5	0,32	0,32	0,40
Простота эксплуатации	0,08	5	4	4	0,40	0,32	0,32
Точность измерений	0,09	4	5	5	0,36	0,45	0,45
Быстродействие	0,09	5	4	4	0,45	0,36	0,36
Экономические критерии оценки эффективности							
Цена	0,10	5	5	4	0,50	0,50	0,40
Предполагаемый срок эксплуатации	0,10	5	5	4	0,50	0,50	0,40
Доступность	0,07	5	5	5	0,35	0,35	0,35
Конкурентоспособность	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
Итого	1	52	48	50	4,75	4,36	4,55

Коэффициент конкурентоспособности:

$$K_K = \frac{K_{\phi}}{K_{\text{ксп}}} = \frac{4,75}{(4,36 + 4,55)/2} = 1,07$$

$K_K > 1$, следовательно, предприятие конкурентоспособно.

По результатам таблицы можно сделать вывод, что рассматриваемая организация конкурентоспособна по сравнению с другими. Наибольшими

преимуществами являются долговечность, надежность и доступность, это благодаря применению современного оборудования.

7.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ проводят оценки внешней и внутренней среды проекта.

SWOT-анализ представлен в таблице 9.

Таблица № 9 - SWOT-анализ.

1	2	3
	Сильные стороны	Слабые стороны
	С1. Усовершенствование алгоритмов управления.	Сл1. Необходимость проведения идентификации
	С2. Наличие бюджетного финансирования.	перед моделированием.
	С3. Соответствующая квалификация персонала.	Сл2. Использование импортных материалов.
	С4. Возможность применения сложных алгоритмов в работе.	Сл3. Отсутствие дополнительных услуг.
Возможности	Повышения уровня конкурентоспособности за счет применения новых технологий.	Выход на зарубежный рынок для сотрудничества.
В1. Развитие технологий в данной отрасли.		Работа с
В2. Привлечение	Привлечение средств	потенциальными

инвесторов. В3. Набор новых кадров. В4. Появление дополнительного спроса на услуги.	государства для введения новой технологии.	инвесторами.
Угрозы	Необходим поиск	Разработать более
У1.Отсутствие спроса. У2. Введение дополнительных требований к сертификации работ. У3. Потеря поставщиков.	новых инвесторов. Недостаток финансирования, повлияет на качество.	качественную продукцию с минимальными затратами.

Анализируя полученные результаты, можно утверждать, что реализация представленных возможностей позволяет выгодно реализовать сильные стороны и уменьшить влияние слабых. Продукт реализации имеет определенные преимущества при выходе на рынок.

7.2 Планирование научно-исследовательских работ

7.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Перед началом проекта необходимо провести планирование этапов работы. Так же необходимо указать продолжительность выполнения каждого этапа и обозначить занятость каждого участника, данный перечень представлен в таблице № 10.

Таблица № 10 – Перечень этапов и работ.

№ п/п	Название	Исполнитель
----------	----------	-------------

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

1	2	3
1	Выбор научного руководителя ВКР	Исполнитель
2	Выбор и утверждение темы	Руководитель Исполнитель
3	Постановка цели и задач исследования, актуальность.	Руководитель Исполнитель
4	Обзор литературы	Исполнитель
5	Расчетная часть	Руководитель Исполнитель
6	Согласование выполненной работы с научным руководителем	Руководитель Исполнитель
7	Анализ результатов	Исполнитель
8	Выполнение дополнительных разделов ВКР (финансовый менеджмент, социальная ответственность).	Исполнитель
9	Оформление пояснительной записки	Исполнитель

7.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\text{min}i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\text{max}i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.

Для построения графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ в рабочих днях переводится в календарные дни по формуле:

$$T_{\text{КД}} = T_{\text{РД}} \cdot K_{\text{КД}}$$

где $T_{\text{КД}}$ – продолжительность выполнения работы в календарных днях;

$T_{\text{РД}}$ – продолжительность выполнения работы в рабочих днях;

$K_{\text{КД}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{КД}} = \frac{T_{\text{КД}}}{T_{\text{КД}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}}$$

где $T_{\text{КД}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{ВД}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{ПД}}$ – количество праздничных дней в году.

Значение коэффициента календарности для 2020 года:

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$K_{\text{кд}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22$$

Диаграмма Ганта, представляющая собой календарный график работ изображена в таблице № 11.

Таблица № 11 – Диаграмма Ганта

Вид работ	Исполнители	Т _к Дн.	Продолжительность выполнения работ															
			Феврал				Март				Апрель				Май			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Выбор научного руководителя ВКР	Исполнитель	3																
Выбор и утверждение темы	Руководитель	5																
	Исполнитель																	
Постановка цели и задач исследования, актуальность	Руководитель	7																
	Исполнитель																	
Обзор литературы	Исполнитель	45																
Расчетная часть	Руководитель	21																
	Исполнитель																	
Согласование выполненной работы с научным	Руководитель	5																
	Исполнитель																	

7.3.1 Расчет материальных затрат

Затраты на материальные расходы включают в себя канцелярские принадлежности, бумага, флеш-карта. В материальные затраты так же входит транспортно-заготовительные расходы (ТЗР в пределах от 5% до 20%) от общей цены материалов. Расчет материальных затрат представлен в таблице № 12.

Таблица № 12 – Материальные расходы			
Наименование	Кол-во, шт.	Цена ед., руб.	Сумма, руб.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Канцелярские принадлежности	-	250,0	250,0
Офисная бумага, 500 листов	1	175,0	175,0
Флеш-карта	1	750,0	750,0
Итого, руб.			1175,0
Итого с ТЗР (5%)			1233,75

7.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование

Для разработки проекта необходим компьютер с программным обеспечением Microsoft Office и специальными программами. Процесс написания выпускной квалификационной работы занимает порядка 4 месяцев. Для проведения расчетов используется персональный компьютер с первоначальной стоимостью 50000 рублей, срок полезного пользования для офисной техники составляет от 2 до 3 лет.

Норма амортизации оборудования:

$$A_n = \frac{1}{T} \cdot 100\%$$

где T– срок полезного использования, лет.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

Принимаем срок полезного пользования 3 года.

$$A_n = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3 \%$$

Годовая амортизация оборудования:

$$A_g = 50000 \cdot 0,33 = 16\,500 \text{ рублей.}$$

Ежемесячная амортизация оборудования:

$$A_m = \frac{16\,500}{12} = 1375 \text{ рублей.}$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 1375 \cdot 4 = 5500 \text{ рублей.}$$

7.3.3 Заработная плата исполнителей

Оклад научного руководителя составляет 39050 руб., оклад Исполнителя составляет 13560 руб. Исходя из среднего количества рабочих дней в месяце, равным 21, средняя заработная плата руководителя составила 1859,52 руб. в день, а для Исполнителя 645,71 руб. в день.

Заработная плата складывается из основной и дополнительной оплаты.

Основная заработная плата рассчитывается:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot Tр \cdot (1 + K_{пр} + K_{д}) \cdot K_{р}$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.

$K_{пр}$ – премиальный коэффициент (0,3);

$K_{д}$ – коэффициент доплат и надбавок (0,2-0,5);

$K_{р}$ – районный коэффициент (для Томска 1,3);

$Tр$ – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дни.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

Расчет основной заработной платы приведен в таблице № 13.

Таблица № 13 – Расчет основной заработной платы						
1	2				6	7
Исполнители	З _{ТС} , руб.	k _{пр}	k _д	k _р	T _р , Дн.	З _{осн} , руб.
1	2	3	4	5	6	7
Руководитель	39050	0,3	0,2	1,	38	137790,43
Исполнитель	13560	0,3	0,2	1,	38	137790,43
Итого						275580,86

При расчете заработной платы необходимо учитывать таблицу баланса рабочего времени (табл. 14)

Таблица 14 – Баланс рабочего времени	
	Руководитель
Показатели рабочего времени	Дни
Календарное число дней	365
Количество нерабочих дней	
- выходные/праздничные	66
Потери рабочего времени	
- отпуск	56
- невыходы по болезни	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	243

Рассчитаем дополнительную заработную плату, отчисления во внебюджетные фонды и накладные расходы. Данные расчеты представлены в таблице № 15.

Дополнительная заработная плата рассчитывается:

$$З_{\text{доп}} = 0,12 \cdot З_{\text{осн}}$$

Отчисления во внебюджетные фонды рассчитываются:

$$З_{\text{внеб}} = 0,3 \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}})$$

Накладные расходы рассчитываются:

$$З_{\text{накл}} = 0,16 \cdot (З_{\text{мат}} + З_{\text{амор}} + З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} + З_{\text{внеб}})$$

Таблица № 15 – Дополнительная заработная плата, отчисления во внебюджетные фонды и накладные расходы			
Исполнитель	Здоп, руб.	Звнеб, руб.	Знакл, руб.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Руководитель	16534,85	46297,58	65276,71
Исполнитель	16534,85	46297,58	
Итого	33069,70	92595,16	65276,71

7.3.4 Формирование бюджета затрат

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат. В таблице № 16 представлен расчет бюджета научно-исследовательской работы.

Таблица № 16 - Расчет бюджета научно-исследовательской работы		
Наименование	Сумма, руб.	Удельный вес, %
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Материальные затраты	1233,75	0,26

Затраты на амортизацию	5500,0	1,16
Затраты на основную заработную плату	275580,86	58,23
Затраты на дополнительную заработную плату	33069,70	6,98
Отчисления во внебюджетные фонды	92595,16	19,56
Накладные расходы	65276,71	13,79
Общий бюджет	473256,20	100

На основании выше приведенных расчетов можно сделать вывод, что наибольшую долю затрат из бюджета научно-исследовательской работы приходится на основную заработную плату исполнителям работы.

7.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

7.4.1 Определение финансовой и ресурсной эффективности

Определение эффективности связано с нахождением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{mai}}$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Для 1-го варианта исполнения:

$$I_{\text{финр}} = \frac{473256,20}{626853,80} = 0,755;$$

Для 2-го варианта исполнения:

$$I_{\text{финр}} = \frac{626853,80}{626853,80} = 1;$$

Для 3-го варианта исполнения:

$$I_{\text{финр}} = \frac{589721,50}{626853,80} = 0,941.$$

Сравнительная оценка ресурсоэффективности рассматриваемых аналогов приведена в таблице № 17.

Таблица 17 – Сравнительная оценка ресурсоэффективности							
Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Долговечность	0,20	5	4	5	1	0,8	1
Надежность	0,15	5	4	5	0,75	0,6	0,75
Безопасность	0,15	4	4	5	0,6	0,6	0,75
Простота эксплуатации	0,20	5	4	4	1	0,8	0,8
Точность измерений	0,30	4	5	5	1,2	1,5	1,2
Итого	1	23	21	24	4,55	4,3	4,8

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{финр}^p$) и аналога ($I_{финр}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I^i = \frac{I_p^p}{I_{фин}^p}$$

Для нашей разработки: $I^i = \frac{4,55}{0,755} = 6,02$;

Для первого аналога: $I^i = \frac{4,3}{1} = 4,3$;

Для второго аналога: $I^i = \frac{4,8}{0,941} = 5,10$.

Сравнительная эффективность разрабатываемой системы и рассматриваемых аналогов рассчитывается как:

$$\Xi = \frac{I}{I^i}$$

В таблице № 18 представлена сравнительная эффективность разрабатываемой системы с аналоговыми.

Таблица № 18 – Сравнительная эффективность				
№ п/п	Показатели	Разработк а	Аналог №1	Аналог №2
1	2	3	4	5
1	Интегральный финансовый показатель $I_{фин}$	0,755	1	0,941
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности I_p	4,55	4,3	4,8

3	Интегральный показатель эффективности I	6,02	4,3	5,1
4	Сравнительная эффективность разработки к аналогам	1,4	1,18	

На основании данных, представленных в таблице № 14, можно сказать, что разрабатываемый вариант научно-технического проекта выгоднее двух аналогов. За счёт меньшей стоимости разработки, он превосходит аналоги по интегральному показателю эффективности, однако уступает аналогу №2 по ресурсоэффективности.

ВЫВОД

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был произведен анализ конкурентно – технических решений, в результате которого, была выявлена наиболее конкурентоспособная организация, по сравнению в аналоговыми предприятиями.

В ходе SWOT-анализа были выявлены основные угрозы: отсутствие спроса; введение дополнительных требований к сертификации работ; потеря поставщиков. В SWOT-анализе так же были обозначены основные пути снижения угроз.

Были распределены обязанности по научно-исследовательской работе и определено время выполнения работы. Продолжительность выполнения работы составила 124 дня. Для формирования бюджета работы, были рассчитаны: материальные затраты, которые составили 1233,75 руб.; затраты на амортизацию – 5500 руб.; затраты на основную заработную плату - 275580,86 руб.; затраты на дополнительную заработную плату - 33069,70; отчисления во внебюджетные фонды - 92595,16; накладные расходы -

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

65276,71, общий бюджет затрат составил 473256,20 руб. 58,23% от бюджета составила оплата труда персонала.

Разрабатываемая система по показателям эффективности превосходит аналоги, в силу своей меньшей стоимости. Однако уступает аналогу №2 по показателю ресурсоэффективности, в виду простоты эксплуатации.

8 Социальная ответственность

Введение

Выпускная квалификационная работа посвящена исследованию резервуара вертикального стального 5000 м³.

Безопасность жизнедеятельности представляет собой систему законодательных актов и соответствующих им социально - экономических, технических, гигиенических, организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Практически каждый из резервуаров, заполненный нефтью или нефтепродуктом, это объект повышенной опасности для персонала предприятия и окружающей среды.

В разделе рассмотрено возможное влияние используемого сырья, оборудования, а также условия работы на персонал и окружающую среду. Действия персонала при чрезвычайных ситуациях и правила безопасной эксплуатации оборудования.

8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

На рабочих местах, а также в местах, где возможно воздействие на человека вредных и (или) опасных производственных факторов, должны быть предупредительные знаки и надписи.

Социальная защита персонала на организационном уровне обычно представлена в виде социального пакета. В организации помимо

					«Обеспечение эксплуатационной надежности резервуаров вертикальных стальных объемом 5 000 кубических метров»		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Арестов А. А.			Социальная ответственность	Лит.	Лист
Руковод.		Саруев А.Л.					Листов
Рук-ль ООП		Брусник О.В.					84
						Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А	

государственных гарантий социальной защиты и прямыми формами материального стимулирования внедряются также механизмы не прямых материальных выплат сотрудникам — социальных льгот, которые формируют социальный пакет.

В соответствии с ФЗ №116 «О промышленной безопасности на опасных производственных объектах» предприятие обязуется страховать сооружение, персонал и оборудование на случай чрезвычайных ситуаций. В случае невыполнение обязательств по обеспечению безопасности производственного объекта и его персонала берет на себя полную ответственность по компенсации последствий, возникших при аварии.

Проведение работ по диагностированию РВС является газоопасной работой. Проведение работ в местах с повышенной производственной опасностью осуществляется только при наличии наряда допуска. К данным работам допускаются только лица старше 18 лет, прошедшие обучение методам и приемам проведения работ. Работодатель обязуется обеспечить страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. В зависимости от условий работы персонал должен быть обеспечен необходимыми средствами защиты.

Размеры рабочего места и его размещение не должны препятствовать проведению работ по техническому диагностированию и затруднять движение работающего. Всякий производственный объект, где обслуживающий персонал находится постоянно, необходимо оборудовать круглосуточной телефонной (радиотелефонной) связью с диспетчерским пунктом или руководством участка, цеха, организации. Размеры рабочего места и размещение его элементов должны обеспечивать выполнение рабочих операций в удобных рабочих позах и не затруднять движений работающего.

Производственная

безопасность

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

Резервуарный парк является объектом повышенной взрыво- и пожароопасности. Мероприятия по обслуживанию резервуаров относятся к работам повышенной опасности, при эксплуатации которых возможны опасные и вредные производственные факторы.

Вредный производственный фактор (ВПФ) – это такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях человека вызывает у него заболевание или снижение трудоспособности.

Опасный производственный фактор (ОПФ) - это такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях человека приводит к травме или к другому внезапному резкому ухудшению его здоровья.

В таблице № 19 представлены возможные вредные и опасные производственные факторы, воздействующие на организм человека на рабочем месте.

Таблица № 19- Возможные вредные и опасные производственные факторы				
Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработк а	Изготовл ение	Эксплуат ация	
1	2	3	4	5
Превышение уровня шума	-	+	+	– СНиП 23-05-95* « Естественное и
Отклонение	-	+	+	

показателей микроклимата на открытом воздухе				искусственное освещение» – ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ «Электробезопасность.О бщие требования и номенклатура видов защиты» – ГН 2.2.5.3532–18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» – ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно- гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» – ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности»
Повышенный уровень вибрации	-	+	+	
Недостаточная освещенность рабочего места	+	+	+	
Загазованность рабочего места	-	+	+	
Работа на высоте	-	-	+	
Пожароопасность	-	+	+	
Механические опасности	-	+	+	
Поражение электрическим током	+	+	+	

Анализ выявленных вредных и опасных факторов при эксплуатации резервуара

Превышение уровня шума

Шум — комплекс звуков, вызывающий неприятное ощущение или болезненные реакции.

В качестве источником шума при эксплуатации резервуаров могут быть насосы, техника при проведении ремонтных работ, а так же вентиляционное оборудование.

Шум достаточной эффективности и длительности может привести к снижению слуховой чувствительности, могут развиваться тугоухость и глухота. Уровень шума не должен превышать 80дБА.

Средствами индивидуальной защиты от шума являются ушные вкладыши, наушники и шлемофоны, применение звукоизолирующих и звукопоглощающие средства [25].

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

При отклонении показателей микроклимата у работника происходит быстрая утомляемость, также снижается производственная активность и повышается заболеваемость.

В летний период времени при проведении работ по ремонту или обслуживанию резервуара у работника появляется большая вероятность получить солнечный удар, с возможной потерей сознания. При повышенных температурах необходимо организовать рациональный режим труда и отдыха. Необходимо ввести дополнительные перерывы в местах с благоприятным микроклиматом по 15-20 минут. Для защиты от солнечных лучей работникам необходимо использовать головные уборы, солнцезащитные очки и спецодежду.

Для данного района с зимний период времени характерны понижения температуры воздуха до – 45 °С. При проведении работ при таких температурах работник может получить обморожение конечностей или открытых участков тела. Для профилактики охлаждения и переохлаждения необходимо обеспечить работника теплой спецодеждой, прекратить работы из-за погодных условий, сократить продолжительность смены [26].

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

Повышенный уровень вибрации

Вибрация – это механические колебательные движения системы С упругими связями.

Источниками вибрации могут быть оборудование необходимое для ремонта или обслуживания резервуара, движущиеся машины, а так же насосы, используемые для перекачки.

Нарушения здоровья работающего, складываются из поражении нейрососудистой, нервно-мышечной систем, опорно-двигательного аппарата, изменений обмена веществ и др. При всех видах вибрационной болезни нередко наблюдаются изменения со стороны центральной нервной системы, которые связаны с комбинированным действием вибрации и интенсивного шума, постоянно сопутствующего вибрационным процессам.

Для снижения уровня вибрации, необходимо сократить время контакта с оборудованием а так же изменить или уменьшить параметры вибрации.

Средствами индивидуальной защиты от вибраций являются рукавицы, перчатки, виброзащитная обувь и прокладки из пластмасс, резины.

Недостаточная освещенность рабочего места

Для освещения резервуарных парков следует применять прожекторы, установленные на мачтах, расположенных за пределами внешнего обвалования и оборудованных помостками и лестницами для обслуживания.

Для местного освещения следует применять аккумуляторные фонари напряжением не более 12 В во взрывобезопасном исполнении, включение и выключение которых должно проводиться вне обвалования.

Для защиты от воздействия опасных и вредных факторов необходимо применять противогазы а для дегазации зоны применять взрывозащищенные вентиляционные установки [27].

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

Загазованность рабочего места

Содержание вредных веществ в рабочей зоне воздуха не должно превышать ПДК. При загазованности воздуха парами нефти или газа ПДК не должно превышать 300 мг/м³.

На территории резервуарных парков при обслуживании необходимо осуществлять контроль воздушной среды на наличие вредных веществ с помощью переносных газоанализаторов.

Замер концентраций паров должен проводиться не реже 1 раза в смену - в каре резервуарных парков с резервуарами типа РВСП и РВСПК; 1 раза через 4 часа - в каре с резервуарами типа РВС [28].

Работа на высоте

- К работам на высоте относятся работы, при которых:
- существуют риски, связанные с возможным падением работника с высоты 1,8 м и более, в том числе:
- при осуществлении работником подъема на высоту более 5 м, или спуска с высоты более 5 м по лестнице, угол наклона которой к горизонтальной поверхности составляет более 75°;
- при проведении работ на площадках на расстоянии ближе 2 м от неогражденных перепадов по высоте более 1,8 м, а также, если высота защитного ограждения этих площадок менее 1,1 м;
- существуют риски, связанные с возможным падением работника с высоты менее 1,8 м, если работа проводится над машинами или механизмами, поверхностью жидкости или сыпучих мелкодисперсных материалов, выступающими предметами.

Работники, выполняющие работы на высоте, должны иметь квалификацию, соответствующую характеру выполняемых работ.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

Работу на высоте при ветре более 12 м/сек, тумане, снегопаде и в грозу выполнять запрещено.

При работе на высоте необходимо использовать средства защиты, так как спасательные жилеты и пояса, каски, защитные очки, перчатки или рукавицы.

Пожароопасность

- Под понятием пожарной опасности подразумевается возможность возникновения и (или) развития пожара.
- Резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов относятся к пожаровзрывоопасным объектам.
- Для возникновения и протекания процесса горения (взрыва) необходимы три условия:
- Наличие горючего вещества (может быть твердым, жидким, газообразным);
- Наличие окислителя
- Наличие источника воспламенения.

В качестве окислителя может быть кислород, хлор, бром, пары серы и другие вещества.

Источником воспламенения может быть – открытый огонь, искра, высокая температура.

Из-за возникновения высоких потенциалов трубопроводов и резервуаров относительно земли, возможно возникновение искр. Высокие диэлектрические свойства нефтепродуктов способствуют накоплению на их поверхности зарядов статического электричества. При взрывопожароопасном состоянии паровоздушной смеси происходит ее взрыв. Все металлические части оборудования, которые используются для хранения или транспортировки нефти или нефтепродуктов должны быть заземлены.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

Для снижения интенсивности накапливания электрических зарядов нефть и нефтепродукты должны закачиваться в емкости без разбрызгивания, распыления или бурного перемещения [29].

Механические опасности

- Механические опасности создаются, движущимися, вращающимися объектами.
- К механическим опасностям относят:
- движущиеся машины, механизмы и их части, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;
- острые кромки, заусенцы, шероховатость поверхности;
- разрушающиеся конструкции, обрушающиеся горные породы;
- расположение рабочего места на значительной высоте;
- повышенная запыленность воздуха;
- горячие и скользкие поверхности.

К средствам, защищающим человека от механических опасностей, относят; ограждения, предохранительные устройства; блокировки, удерживающие и тормозные устройства, сигнализаций, предупреждающие надписи. СИЗ человека являются: защитные очки и маски, каски, термостойкие перчатки, противогазы и респираторы, защитная одежда.

Поражение электрическим током

Основным источником поражения электрическим током работника может быть плохо изолированные токоведущие части, оголенные провода, а также оборудование с нарушенным изоляционным покрытием. Поражение током возможно при замыкании электрической цепи через тело человека, Проходя через тело человека, электрический ток оказывает на него тепловое, химическое, механическое и биологическое воздействие.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

Электрический ток оказывает на человека внутреннее воздействие, приводит к внешним травмам, электроударам и электрическому шоку.

Пройдя через организм человека электрический ток приводит, к ожогам участков тела, нагреву кровеносных сосудов, нервов, разложению крови, сокращению мышц (легких, сердце) и профессиональным заболеваниям.

К индивидуальным средствам защиты относятся диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными ручками, диэлектрические галоши, коврики, диэлектрические подставки.

Мероприятия по снижению уровня воздействия опасных и вредных факторов на персонал

Для защиты работников от вредных и опасных производственных факторов, разработаны определенные мероприятия по снижению уровня опасности. К этим мероприятиям относятся:

1. Совершенствование технологического процесса (уменьшение уровня шума, вредных веществ в рабочей зоне, вибрации);
2. Замена или модернизация технологического оборудования, не соответствующего требованиям безопасной эксплуатации;
3. Оснащение рабочих мест средствами коллективной защиты (ограждения, приборы освещения, вытяжная вентиляция);
4. В работу использовать только те средства коллективной защиты, которые в полной мере выполняют свои защитные функции;
5. Применение дистанционного управления технологическим процессом, с целью сокращения пребывания работников в опасной зоне;
6. Сокращение пребывания работника в зоне воздействия на него вредного или опасного факторов (сокращение рабочей смены или рабочей недели).

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

8.2 Экологическая безопасность

Анализ влияния эксплуатации резервуара на окружающую среду

В процессе эксплуатации резервуаров, вследствие различных воздействий на него, могут возникнуть аварийные и чрезвычайные ситуации, повлекшие за собой ущерб, как материальный, так и экологический.

Аварии крупных стальных резервуаров, сопровождающиеся разливом огромных масс жидкости, могут привести и приводили к катастрофическим последствиям с человеческими жертвами, нарушениям штатных режимов эксплуатации объектов транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов, а также к значительному загрязнению окружающей среды [30].

К числу основных загрязняющих веществ, выбрасываемых из резервуаров, относятся углеводороды, образующиеся вследствие испарения нефти из резервуаров.

В период эксплуатации резервуаров, происходят следующие виды воздействия на окружающую среду:

- Загрязнение атмосферного воздуха выхлопами от техники, в период проведения ремонтных работ;
- Выбросы при заполнении и опорожнении резервуара;
- Загрязнение атмосферы вредными химическими веществами, шумом и электромагнитными излучениями;
- Образование отходов после технологических операций;
- Розливы нефти и нефтепродуктов при аварийных ситуациях [31].

Загрязнение атмосферного воздуха в период эксплуатации за счет неорганизованных выбросов и является кратковременным.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

Разрабатывают мероприятия по сокращению потерь нефти и нефтепродуктов в резервуарах, с целью уменьшения уровня загрязнения атмосферы углеводородами [32].

Мероприятия по защите окружающей среды:

- Проводить периодический контроль за содержанием загрязняющих веществ и выхлопных газов;
- Использовать экологически безопасных источники энергии;
- Проводить контроль за утилизацией и своевременным удалением с территории твердых отходов;
- Использовать безотходное производство;
- Внедрить очистные фильтры на предприятии;
- Своевременно ликвидировать последствия загрязнения окружающей среды.

Производственно-дождевые сточные воды нефтеперекачивающих станций и нефтебаз перед сбросом их в водоемы и водотоки должны быть очищены. Необходимая степень очистки должна быть обоснована с учетом места сброса сточных вод и установленного норматива предельно допустимого сброса загрязняющего вещества.

Лесные и сельскохозяйственные угодья после завершения работ возвращаются в состояние, пригодное для использования по назначению, а также сданы землепользователю [33].

8.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Анализ вероятных ЧС при эксплуатации резервуаров

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или

					Социальная ответственность	Лист
						96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [34].

Для данного района характерны ЧС природного характера: лесные и торфяные пожары; удары молнии; паводки, ураганы; неблагоприятные погодные условия в зимний период времени (температура воздуха может достигать -45°C) так же метель и пурга.

К ЧС техногенного характера можно отнести производственные пожары, отключение электроэнергии и др.

ЧС так же могут возникнуть из-за аварии в резервуарном парке. Основными причинами может послужить: коррозия металла, оборудование под давлением, отказ КИПиА, перепады температур, а также человеческий фактор.

ЧС может произойти от прямого удара молнии в резервуар с нефтью. Для защиты от ударов молнии на резервуарах с нефтью устанавливают молниеотводы, при этом корпус резервуара обязательно должен заземлен. Заземлители устанавливают по всему периметру через 50 м. Резервуарные парки или стоящие рядом резервуары должны быть защищены от прямых ударов молнии, электромагнитной и электростатической индукции, заноса высоких потенциалов устройствами молниезащиты.

Основными причинами пожаров на промышленных объектах чаще всего могут быть:

- нарушения, допущенные при проектировании и строительстве зданий; несоблюдение мер пожарной безопасности производственным персоналом и неосторожное обращение с огнем;
- нарушение правил пожарной безопасности технологического характера в процессе работы предприятия; нарушение правил

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

безопасности при проведении сварочных и других огневых работ;

- нарушение правил безопасности при эксплуатации электрооборудования и электроустановок; эксплуатация неисправного оборудования.

Мероприятия по предотвращению ЧС и порядок действия в случае возникновения ЧС

Наиболее возможной ЧС является пожар на производстве. В случае возгорания и взрывов на территории резервуарного парка старшему по смене необходимо остановить все виды перекачки, вызвать пожарную охрану, при необходимости, скорую медицинскую помощь, известить своего или вышестоящего руководителя, действовать согласно плану ликвидации аварий. [Инструкция по охране труда для работников, занятых эксплуатацией резервуарного парка].

Для предотвращения возникновения пожара на производственном объекте необходимо:

- Соблюдать требования о противопожарном режиме, особенно по курению и пользованию открытого огня;
- В работу использовать только исправные электрооборудование и электроприборы;
- Для оборудования необходимо своевременно проводить ТО и ППР, во избежание возникновения ЧС;
- Снабдить каждое помещение средствами противопожарной защиты;
- Применять устройства защиты производственного оборудования с горючими веществами от повреждений и аварий, установкой отключающих, отсекающих и других устройств.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

- Применять машины, механизмы, оборудование, устройства, при эксплуатации которых не образуются источники зажигания;
- Установить устройства молниезащиты зданий, сооружений и оборудования;
- Применять неискрящиеся инструменты при работе с легковоспламеняющимися жидкостями и горючими газами;
- Периодически очищать территорию, на которой располагается объект, помещения, коммуникации, аппаратура от горючих отходов, отложений пыли, пуха и т.п [2].

Вывод по разделу

В ходе проделанной работы проведена оценка условий труда персонала, осуществляющего работу с сырьем и оборудованием РВС: анализ вредных и опасных факторов, воздействующих на работника, разработка мер защиты от них, также рассмотрены вопросы техники безопасности, пожарной безопасности, охраны окружающей среды, защиты в ЧС.

					Социальная ответственность	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

Заключение

В выпускной квалификационной работе были выявлены основные эксплуатационные дефекты резервуара вертикального стального, влияющие на его надежность. Приведена классификация дефектов. Наибольшее влияние на снижение надежности конструкции, оказывает коррозия, которая составляет 30% основных дефектов. Так же на снижение надежности конструкции оказывают геометрические изменения формы резервуара, осадка, потеря его устойчивости, а также трещины, которые могут образоваться, как в стенке, днище, так и в сварных швах. Так же в работе были рассмотрены основные мероприятия для повышения надежности и продления срока эксплуатации резервуара.

В ходе работы были получены следующие результаты:

Нефть является одной из важнейших факторов в жизни человека, при этом она проблемно хранится. Так как является сильным загрязнителем для окружающей среды. Неправильное хранение или нарушение этих правил приводит к катастрофическим последствиям для всего живого. Поэтому в наше время большое внимание уделяется хранению нефти, разработке более эффективных резервуаров и методов хранения, а также максимально безопасные способы передачи нефти без ее потери на производство.

Резервуар вертикальный стальной объемом 5000 м³ является сварной конструкцией. Внутренние напряжения и невозможность перераспределения напряжений являются причиной жестких сварных соединений и снижения пластических свойств металла при определенных условиях окружающей среды. В ряды причин, снижающих эксплуатацию также записать можно коррозию и неравномерные осадки.

Дефекты конструкции или ее частей выявляются с помощью дефектоскопии и регламентированными обследованиями.

					«Обеспечение эксплуатационной надежности резервуаров вертикальных стальных объемом 5 000 кубических метров»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Арестов А. А.			Заключение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Саруев А.Л.					99	103
Рук-ль ООП		Брусник О.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А		

Дефекты могут иметь разный характер: появившиеся в процессе использования и при изготовлении.

В расчетной части был произведен расчет параметров резервуара объемом 5 000 м³, в результате произвели расчеты номинальной толщины стенки, остаточного ресурса стенки РВС и был определен минимальный срок оставшегося срока службы РВС до появления микротрещин при заполнении его 76 раз в год, который составляет 10,9 года.

В результате расчета резервуара условия прочности и устойчивости выполняются, но в качестве рекомендации мер по обеспечению эксплуатационной надежности предлагаю следующее:

- Для повышения оставшегося срока службы необходимо уменьшить количество циклов заполнения резервуара в год. При уменьшении числа циклов заполнения до 60 в год можно увеличить остаточный срок эксплуатации на 9 лет;
- В целях целостности конструкции необходимо через 3 года заменить новым первый пояс резервуара;
- В установленные сроки проводить текущий и капитальный ремонт;
- Осуществлять раннюю диагностику дефектов;
- Анализировать показатели надежности (прочности, устойчивости и выносливости)

					Заключение	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

Список использованной литературы

1. ГОСТ 31385—2016 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия».
2. ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования»
3. ГОСТ Р 22.0.01-2016. Безопасность в ЧС. Основные положения.
4. ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
5. ГОСТ 1510-84 Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.
6. РД-16.01-60.30.00-КТН-062-1-05 «Руководство по ремонту железобетонных и стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000куб. м»;
7. РД 23.020.00-КТН-053-17 «Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов, нефтепродуктопроводов и нефтебаз»;
8. Кесельман Г. С. Защита окружающей среды при добыче, транспорте и хранении нефти и газа. / Г. С. Кесельман, Э. А. Махмудбеков – М: Недра, 1981. – 256 с.
9. ПОТ Р О-112-001-95 Правила по охране труда при эксплуатации нефтебаз и автозаправочных станций.
10. Приказ Минздравсоцразвития России от 01.06.2009 № 290н «Об утверждении Межотраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты»
11. Нехаев Г.А. «Проектирование и расчет стальных целендрических резервуаров и газгольдеров низкого давления». Г.А. Нехаев.-М.:АВС,2015. – 216 с.

					«Обеспечение эксплуатационной надежности резервуаров вертикальных стальных объемом 5 000 кубических метров»				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Арестов А. А.			Список использованной литературы	Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Саруев А.Л.						101	103
Рук-ль ООП		Брусник О.В.				Отделение нефтегазового дела Группа 2Б7А			

12. «Металлические конструкции»: общий курс: Учеб. для вузов. - 7-е изд./ Под ред. Г. С. Веденникова. - М.: Стройиздат, 2013. - 760 с.
13. «Металлические конструкции. В 3-ч т. Т.2. Стальные конструкции зданий и сооружений. (Справочник проектировщика)» / Под общ. ред. В. В. Кузнецова (ЦНИИПСК им. Н. П. Мельникова). - М.: Изд-во АВС, 2014. - 512 с.
14. «Основные положения по проектированию вертикальных цилиндрических резервуаров и газгольдеров»: Учебное пособие / Г.А. Нехаев / Тул. гос. ун-т. - Тула, 2014. - 142.
15. Пектемиров Г.А. «Справочник инженера нефтебаз» / Г.А. Пектемиров. – М.: Государственное научно-т. Положение о системе диагностирования сварных вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2014. – Т. 2. – 621 с.
16. «Справочник проектировщика»: Металлические конструкции увеличения / Под редакцией Мельникова Н.П./ - М.: Госиздат литературы по строительству и строительным материалам, 1980 г.
17. «Сопротивление материалов» / Под общ. ред. А. Ф. Смирнова, - 2-е изд., переработанное. - М.: «Высшая школа», 2012. - 600 с.
18. «Трубопроводный транспорт нефти»: учебник для вузов: в 2 т. / С.М. Вайншток [и др.]; под общ. ред. С.М. Вайнштока. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2014. – Т. 2. – 621 с.
19. «Трубопроводный транспорт нефти»: учебник для вузов: в 2 т. / Г.Г. Васильев [и др.]; под общ. ред. С.М. Вайнштока. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2012. минимально – Т. 1. – 407 с.
20. «Хранение нефти и нефтепродуктов»: учеб. пособие / под общ. ред. Ю.Д. Земенкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Тюмень: Издательство «Вектор Бук», 2013. – 536 с.
21. Основные положения по обеспечению надежности резервуаров в эксплуатации - [Электронный ресурс]: URL: <https://infopedia.su/20x1eb6.html>

					Список использованной литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

- (дата обращения: апрель 2021 г.); «Правила технической эксплуатации резервуаров и инструкции по их ремонту»: Г.К. Лебедев, Г.А. Ритчик издание Москва «Недра», 1988;
22. Сафина И.С., Каузова П.А., Гушин Д.А. журнал «Технадзор» «Оценка технического состояния резервуаров вертикальных стальных» №3(112) 2016г.;
 23. СП 16.13330.2011 «Свод правил «СНиП II-23-81* Стальные конструкции»;
 24. РД 153-112-017-97 «Инструкция по диагностике и оценке остаточного ресурса вертикальных стальных резервуаров»;
 25. ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности»;
 26. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;
 27. СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение»;
 28. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания";
 29. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»;
 30. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов 116-ФЗ от 21.07.1997 г. с изменениями от 7.08.2000 г.»;
 31. ОНД-90 «Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы. Части 1 и 2»;
 32. ГОСТ 17.2.3.02; «Нормами естественной убыли нефти при приеме, отпуске и хранении»;
 33. НВН 33.5.1.02 «Инструкцией о порядке согласования и выдачи разрешений на спецводопользование»;
 34. Федеральный закон N 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" от 21.12.1994;
 35. СП 365.1325800.2017 «Свод правил «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для хранения нефтепродуктов»».
 36. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».

					Список использованной литературы	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104